

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**GESTIÓN Y CAPTURA DE CONOCIMIENTOS APLICADOS AL
PROCESO DE EXCAVACIÓN DE SÓTANOS ESTABILIZADOS
CON MUROS PANTALLA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALEX MOISÉS LIVIAC CALDERÓN

Lima- Perú

2012

Digitalizado por:

**Consorcio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	04
LISTA DE CUADROS	05
LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	10
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO EN CONSTRUCCIÓN	14
1.1 CONCEPTOS	14
1.1.1 Capital intelectual	14
1.1.2 Gestión de conocimientos	14
1.1.3 Sistema de gestión de base de datos	15
1.1.4 Plataforma de conocimientos	15
1.2 ANTECEDENTES	16
1.2.1 Experiencia Skandia	16
1.2.2 Experiencia constructora Hernandez	16
1.2.3 Gestión de conocimiento en empresas turcas	18
1.3 DIFERENCIA ENTRE CONOCIMIENTO TÁCITO Y EXPLÍCITO. IMPORTANCIA.	20
1.3.1 Dimensiones de la generación de conocimiento	20

1.3.2	Conversión del conocimiento	20
1.3.3	La espiral del conocimiento	22
1.3.4	Importancia de la relación entre el conocimiento tácito y explícito.	23
CAPÍTULO II: GESTIÓN DE CONOCIMIENTO - CAPITAL INTELECTUAL		26
2.1	IMPORTANCIA DEL CAPITAL INTELECTUAL Y DEL REGISTRO DE INFORMACIÓN	26
2.2	APRENDIZAJE ORGANIZACIONAL	27
2.2.1	Aprendizaje en adultos	27
2.2.2	Aprendizaje colectivo	28
2.2.3	Motivación	29
CAPÍTULO III: HERRAMIENTAS APLICADAS EN EL REGISTRO DE INFORMACIÓN DE OBRAS		30
3.1	PRINCIPIOS DEL LEAN CONSTRUCTION APLICADOS EN LIMA	31
3.1.1	Productividad	32
3.1.2	Control de procesos	32
3.1.3	Gerencia de productividad y calidad	33
3.2	MODELO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN	34
3.2.1	Sistema de gestión de bases de datos	34
3.2.2	Bases de datos dinámicas	34
3.2.3	Modelo de base de datos relacionales	34
3.2.4	Método del caso	35

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE UN FORMATO DE BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE MUROS PANTALLA	36
4.1 COMPENDIO DE INFORMACIÓN LEVANTADA	36
4.1.1 Módulo 1, Tratos y Previsiones para el inicio de trabajos	36
4.1.2 Módulo 2, Procedimiento Constructivo Usual de Muros Pantalla	43
4.1.3 Módulo 3, Eliminación de Material	70
4.2 INNOVACIONES APLICADAS Y PROPUESTAS	73
 CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTOS	 79
5.1 GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO ORGANIZACIONAL	79
5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA HERRAMIENTA	82
5.2.1 Metodología de la herramienta	82
5.2.2 Modelo de gestión para la generación del conocimiento organizacional	83
 CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 85
6.1 CONCLUSIONES	86
6.2 RECOMENDACIONES	88
 BIBLIOGRAFÍA	 89

RESUMEN

La presente tesis contiene la descripción del proceso de excavaciones profundas con muros pantalla y analiza la aplicación de un sistema para gestionar dicho conocimiento, de tal modo que se conserve en una organización y genere valor.

Se cuenta con datos de excavaciones profundas para sótanos de edificaciones en diferentes obras de San Isidro (Lima), que estaban bajo la ejecución de una misma organización, estas excavaciones tienen muros pantalla como protección de taludes y como parte de su estructura. Existen varios problemas que se repiten en diferentes escenarios y diferentes soluciones que se han aplicado para cada caso, dicha información se vuelve útil para mejorar la seguridad, el proceso constructivo y afinar mejor los presupuestos para futuros proyectos.

Para conservar y generar conocimientos dentro de una organización es necesario conocer cuál es el proceso de creación de conocimiento y cómo éste se comporta como un activo intangible dentro de una organización, a partir de ahí se entiende la importancia de gestionar el aprendizaje de conocimientos y de fomentar la generación de lecciones aprendidas.

Una forma de conservar la información es a través de registros que puedan ser administrados dentro de una base de datos, pero también es más importante una buena gestión, la cual permitiría que la información se comparta y se encuentre en constante crecimiento, ya que de otra forma la información sería pasajera y se iría con el tiempo.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.01 Ejemplo de registro de datos	35
Cuadro 4.01 Quejas de vecinos por aparición de grietas	41
Cuadro 4.02 Problemas con estructuras vecinas	41
Cuadro 4.03 Problemas de tránsito	42
Cuadro 4.04 Problemas de ubicación de accesos	42
Cuadro 4.05 Condicionamiento de la velocidad de trabajos	42
Cuadro 4.06 Sobre excavación de espesor de muro	58
Cuadro 4.07 Problemas de perfilado en suelos más blandos o más duros	59
Cuadro 4.08 Derrumbes, caídas de piedras	59
Cuadro 4.09 Espacio para columnas y Placas	59
Cuadro 4.10 Esquinas cóncavas (entrecruce de banquetas)	60
Cuadro 4.11 Sobre-excavación horizontal de ancho de muro	60

Cuadro 4.12	Falta de Uso de plomada	60
Cuadro 4.13	Falta de Uso del Escantillón	61
Cuadro 4.14	Falta de pañeteo en los taludes libres	61
Cuadro 4.15	Falta de pañeteo en caras laterales de la rampa	61
Cuadro 4.16	Problemas por flujo de corriente por los equipos	62
Cuadro 4.17	Rotura de tuberías de agua o desagüe	62
Cuadro 4.18	Caída de material	62
Cuadro 4.19	Perforación al vacío	63
Cuadro 4.20	Problemas de afectar a un estacionamiento o sótano vecino	63
Cuadro 4.21	La inyección de lechada no tiene rebote	63
Cuadro 4.22	Inyección en una zona construida vecina	64
Cuadro 4.23	Ubicación incorrecta del acero	64

Cuadro 4.24	Problemas en las zapatas del último sótano	64
Cuadro 4.25	Problemas con empalmes	65
Cuadro 4.26	Compactación de suelo en relleno temporal	65
Cuadro 4.27	Daños en las mechas de acero para losas	66
Cuadro 4.28	Inmovilidad del encofrado	66
Cuadro 4.29	Falta de espacio para el encofrado	67
Cuadro 4.30	Aseguramiento de paneles	67
Cuadro 4.31	Cangrejas	67
Cuadro 4.32	Necesidad de acelerar la fragua	68
Cuadro 4.33	Presión del concreto	68
Cuadro 4.34	Vaciado con bomba desde gran altura	68
Cuadro 4.35	Necesidad de un buen trabajo de vibración	69
Cuadro 4.36	Escarificado	69
Cuadro 4.37	Geometría de la faja transportadora	71

Cuadro 4.38	Problemas con rodamiento de piedras	72
Cuadro 4.39	Colocación de pernos para escuadras de la faja	72
Cuadro 4.40	Montaje acelerado de la faja transportadora	76
Cuadro 5.01	Modelo de gestión para la generación del conocimiento	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.01 Esquema del proceso de generación de conocimiento	21
Figura 1.02 Espiral de generación de conocimiento	22
Figura 1.03 El trazo de la curva de aprendizaje.	24
Figura 1.04 El trazo de la curva del olvido.	25
Figura 4.01 Esquema de Encofrado	51
Figura 4.02 Secuencia constructiva de Muros Pantalla	73
Figura 4.03 Esquema de Colocación de Anclajes Pasantes	77
Figura 5.01 Proceso de generación de conocimiento	80

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 4.01 Cerco a demoler	37
Fotografía 4.02 Cerco apuntalado	37
Fotografía 4.03 Uso de Escalera en andamio	39
Fotografía 4.04 Rampa de acceso	39
Fotografía 4.05 Excavación masiva	40
Fotografía 4.06 Uso de banquetas	44
Fotografía 4.07 Perfilado con excavadora	45
Fotografía 4.08 Colocación de plomadas	46
Fotografía 4.09 Uso de escantillón	46
Fotografía 4.10 Perfilado con martillo	46
Fotografía 4.11 Pañeteo con lechada de cemento	47

Fotografía 4.12 Perforación con Rockdrill	48
Fotografía 4.13 Tensado del cable de anclaje	49
Fotografía 4.14 Colocación de acero estructural	49
Fotografía 4.15 Verificación de verticalidad de la malla	50
Fotografía 4.16 Colocación de tacos y separadores	50
Fotografía 4.17 Colocación de arena en la base del nuevo muro	52
Fotografía 4.18 Colocación de madera en la parte inferior	52
Fotografía 4.19 Colocación de paneles	53
Fotografía 4.20 Uso de escuadras	53
Fotografía 4.21 Colocación de bloques de concreto	54
Fotografía 4.22 Colocación de protección con tubería de PVC	54
Fotografía 4.23 Vaciado de concreto con bomba	55
Fotografía 4.24 Vaciado con torre grúa	56

Fotografía 4.25	Desencofrado, retiro de escuadras y paneles	56
Fotografía 4.26	Aplicación de curador químico	57
Fotografía 4.27	Picado de rebabas	57
Fotografía 4.28	Escarificado en muro	58
Fotografía 4.29	Rampa y área de maniobras	70
Fotografía 4.30	Eliminación con faja transportadora	71
Fotografía 4.31	Encofrado desplegable	74
Fotografía 4.32	Encofrado dependiente de la fuerza de rozamiento	75
Fotografía 4.33	Encofrado mejorado	75
Fotografía 4.34	Columnas de acero con planchas de fijación	77
Fotografía 4.35	Aplicación de shotcrete	78
Fotografía 4.36	Perfilado y alisamiento de superficie	78

INTRODUCCIÓN

¿Por qué debemos gestionar el conocimiento, cuales son los resultados que esperamos obtener? La generación de conocimiento aporta a la innovación y mejora de una actividad como la construcción, ya que proviene de la experiencia, inteligencia y creatividad de las personas que trabajan en ello. Tener el conocimiento específico en la situación adecuada es indispensable para el éxito y también para destacar en el medio.

Las organizaciones valoran la experiencia y el know how de los miembros del equipo de trabajo, es decir el conocimiento adquirido y generado por las personas. En los últimos años se está comprendiendo que se requiere mucho más que un método fortuito para gestionar el conocimiento, se promueve el aporte de lecciones aprendidas, la asistencia a cursos internos y debates; se busca la formalidad dentro del campo del conocimiento para el crecimiento organizacional.

El mercado del conocimiento actúa en todas las organizaciones, lo que sucede es que no funciona con mucha efectividad. Gran parte del conocimiento que las organizaciones necesitan ya existe dentro de ellas mismas, pero no es accesible o no está disponible a todos cuando es requerido.

Una organización es en realidad una comunidad de personas organizadas para producir algo, su capacidad de producción depende de lo que habitualmente saben y del conocimiento que han adquirido. Los activos materiales de una empresa tienen un valor limitado, a menos que las personas sepan que hacer con ellos, es por ello que últimamente se define el valor del conocimiento humano y se trata de cuantificarlo. Es por ello que ahora se está introduciendo un concepto que ya lleva unos años en práctica llamado "Capital Intelectual" que define el conocimiento como un activo intangible que genera mucho valor a una organización.

CAPÍTULO I: IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO EN CONSTRUCCIÓN

1.1. Conceptos

1.1.1. Capital Intelectual:

Es el conocimiento que ha sido adquirido, la información intangible que posee y que puede producir valor. Un ejemplo es el aprendizaje por experiencia, el cual es intangible por ser un elemento abstracto y genera valor no por conservarlo sino por su explotación. El capital intelectual puede ser clasificado de diferentes maneras, para este estudio son dos clases las que se van a tomar en cuenta:

- a) Capital Humano o personal, conformado por las capacidades, actitudes, destrezas y conocimientos que posee cada miembro de la organización. Está formado por activos individuales, e intransferibles. Está presente en los conocimientos propios de las personas, así como su capacidad de generarlo.
- b) Capital Organizacional o Estructural, está conformado por elementos de tipo organizativo interno que se ponen en práctica para que una organización desempeñe sus funciones de la manera más óptima posible. Entre éstos se pueden señalar las bases de datos, los cuadros de organización, sistemas de gestión, los manuales de procesos y todas aquellas cosas cuyo valor para la empresa sea superior al valor material. El capital estructural queda en la organización, aún después de que las personas la abandonan.

1.1.2. Gestión de conocimientos

Es un concepto aplicado en las organizaciones, como filosofía que pretende identificar, captar, sistematizar y aplicar la información y experiencia. Pretende almacenar el conocimiento y experiencia existente entre sus miembros, de modo

que pueda ser utilizado como un recurso disponible para otros en la organización.

Un sistema de gestión de conocimiento está enfocado en los procesos de adquirir, administrar, distribuir, compartir e intercambiar información estratégica, y los fundamentos tanto culturales como técnicos que la soportan. El objetivo último del sistema de gestión de conocimiento, es el de alinear los procesos cognoscitivos con los objetivos organizacionales.

1.1.3. Sistema de gestión de Base de Datos

Es una herramienta digital o software, cuya función es servir de interfaz entre una base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. Su propósito es el de manejar de manera clara, sencilla y ordenada un conjunto de datos que posteriormente se convertirán en información relevante.

Las ventajas que presenta son varias, provee facilidades para la manipulación de grandes volúmenes de datos, simplifica la programación de chequeos de consistencia en la información, permite realizar modificaciones en la organización de los datos, y además, brinda la posibilidad de manejar la información de un modo seguro dando acceso a usuarios autorizados.

1.1.4. Plataforma de conocimientos

Es una base tecnológica dentro de una organización, que permite compartir conocimientos, experiencias y comentarios sobre una amplia variedad de asuntos relacionados con temas específicos, sin importar la localización de los miembros de la organización, la localización de la información o el formato de almacenamiento de la información. Proporciona acceso a la documentación e información necesarias en un único sitio. Es necesario que exista un administrador de contenidos que se responsabilice de clasificar los documentos y mantener el sitio actualizado. Los objetivos de una plataforma son:

- Organizar y recoger toda la información y herramientas disponibles, además debe facilitar el acceso a dicha información.
- Facilitar el trabajo en red y el intercambio de información

- Mejorar la capacidad de generar conocimiento.
- Apoyar el desarrollo de habilidades individuales y organizativas y el aprendizaje

1.2. Antecedentes

De la lectura de diversas publicaciones, es que se puede entender la importancia de gestionar el conocimiento. Algunos ejemplos que se citan a continuación para explicar cómo se ha ido desarrollando la importancia de gestionar el conocimiento en la vida profesional.

1.2.1.Experiencia Skandia (Suecia)

Skandia AFS es una federación de organizaciones financieras, con sede en Suecia. Dicha compañía nombró un Director de Capital Intelectual en 1991 (Leif Edvinsson), cuyo trabajo consistió en descubrir las formas de valorar los activos intangibles de la organización y desarrollar un modelo de gestión del Capital Intelectual. Posteriormente, con base en su trabajo, en 1993 se nombró un "Controller" de Capital Intelectual, con el objetivo de que desarrollara una serie de sistemas de información y contabilidad de Capital Intelectual, que pudieran ser integrados con la contabilidad financiera tradicional. Así se monitoriza y analiza los activos que no aparecen en los balances tradicionales, desde entonces Skandia ha introducido un suplemento a sus informes financieros que refleja el crecimiento del Capital Intelectual de la organización. El objetivo fundamental de este acto es entender la relación entre estos primeros indicadores y los resultados financieros obtenidos.

1.2.2.Experiencia de la Constructora Hernandez (Brasil)

La Constructora Hernández es una empresa familiar con sede principal en Tatuapé, en la ciudad de São Paulo, Brasil; dedicada a la construcción de edificios residenciales.

Al comienzo de 1998 Constructora Hernández comenzó la construcción del edificio Gerona, un edificio de gran altura, de 18 pisos con 4 apartamentos por piso y un total de la superficie construida de 14,230 metros cuadrados. Cuando

el modelo de gestión de producción de Lean Construction fue adoptado, alrededor del 40% de la estructura de concreto armado había sido ejecutada y la albañilería estaba a punto de comenzar.

Inicialmente, la principal preocupación era estabilizar el entorno de producción, definiendo los ciclos de producción compatibles con el Proyecto de objetivos estratégicos. La reducción de la variabilidad de estas tareas se logró utilizando la técnica de 'Last Planner' y el apoyo incondicional de los directores de equipos de producción de la empresa, incluido el capataz y los subcontratistas.

Fue necesario desarrollar instrumentos de apoyo para las estrategias destinadas a:

- Estimación de la fecha de conclusión del proyecto y otros hitos. La idea era controlar el avance de los trabajos, asegurándose de que cada período de control no se perdiese de vista su objetivo original.
- Optimizar el tamaño y la asignación de los equipos de producción con el objetivo de reducir el número de horas-hombre necesarias para ejecutar las tareas.

La empresa observó, sin embargo, que el ritmo natural de cada uno de los paquetes de trabajo previsto era desigual, esto dio lugar a la ociosidad y redundancia en los procesos de producción. La compañía decidió adoptar una nueva técnica de Planificación de producción que consistía básicamente en identificar y reunir a todos los paquetes de trabajo con ciclos más pequeños que el ciclo natural del proyecto que podrían ser ejecutados simultáneamente por el mismo equipo de trabajo; el enfoque tenía como objetivo saber qué es lo que se estaba haciendo y como es que se hacía, con la esperanza de reducir el período de construcción y costos de producción.

Este ejercicio permitió administrar el conocimiento de obra y los resultados obtenidos superaron las expectativas de los directores de empresa. Tras la conclusión de la construcción de Gerona - dentro del plazo previsto y con la esperada reducción de costos - la empresa adoptó la misma estrategia para otros proyectos, logrando importantes resultados como la reducción de más del 20% (además de la inicial 30%) en costos de mano de obra directa.

1.2.3. Gestión de conocimientos en empresas Turcas

Una encuesta fue llevada entre ocho principales contratistas de construcción turcos que operan dentro del mercado de construcción internacional. Los objetivos específicos de esta encuesta eran encontrar como el conocimiento tácito y explícito son captados, guardados, compartidos, y usados en proyectos próximos. Se determinó que la mayoría de estas firmas no tenían una estrategia de dirección de conocimientos y una manera sistemática de captar y guardar conocimientos tácitos; no necesariamente las más antiguas eran las que más habían crecido, sino aquellas que tenían una mejor administración y conocimiento de su trabajo.

Captar conocimientos en proyectos de construcción es una tarea pesada, estos conocimientos son generalmente basados en experiencia, son tácitos, y son difíciles de clasificar.

Los resultados de la encuesta fueron clasificados en cuatro categorías: captar conocimientos, guardar conocimientos, re-usar y compartir conocimientos, y estrategias de administración de conocimientos. Todas las firmas involucradas en este estudio usaban intranet, esta herramienta es vista por las firmas como una clave de elemento de la infraestructura de información tecnológica.

Los conocimientos adquiridos en los proyectos previos deben ser almacenados apropiadamente para ser usados en los proyectos próximos, dentro de este contexto, la información tecnológica tiene un papel importante al registrar conocimientos eficazmente. Los encuestados fueron preguntados sobre la disponibilidad de una base de datos en su compañía relacionada con los proyectos anteriores. Se descubrió que cinco compañías habían estado usando evaluaciones post-proyecto para el aprendizaje de proyectos anteriores. Sin embargo, solamente dos de estas compañías guardan estos documentos en el formato digital.

En el resumen, puede ser dicho que los problemas más importantes de los contratistas de construcción turcos conductores sobre administración de conocimiento son:

- La mayoría de ellos no son exitosos en captar conocimientos tácitos.

- La mayoría de ellos no tienen una estrategia de administración de conocimientos y una manera sistemática para captar, guardar, compartir, y re-usar conocimientos.
- La mayoría de ellos no son buenos para guardar sus registros en el formato correcto y en el lugar indicado.

Sobre la base de las conclusiones de los estudios de casos, desarrollaron una metodología para la captura viva y el uso repetido de conocimientos de proyecto.

Una plataforma de administración de conocimientos podría cubrir los requerimientos encontrados debido a que ningún costo adicional importante será necesario implementar en este sistema en su estudio, ningún trabajo adicional importante será creado, la exactitud de conocimientos será asegurada, y los conocimientos serán representados de acuerdo con un formato. Uno de los problemas principales demostrados por los participantes de la encuesta, era el consumo de tiempo en encontrar las respuestas adecuadas a los problemas que afectan a un proyecto. Se obtendrían ahorros de tiempo a través del acceso fácil y veloz a las respuestas y lecciones aprendidas de problemas similares en proyectos pasados, las personas no tienen que pasar mucho tiempo para encontrar los conocimientos necesarios si son guardados en este sistema. Ahorros de costo también pudieron ser atribuidos a la reducción en la tarea de encontrar conocimientos.

1.3. Diferencia entre Conocimiento Tácito y Explicito.

El conocimiento es la actividad de entender, captar o procesar información acerca de todo lo que nos rodea, conformada por los datos adquiridos a través de la experiencia o el aprendizaje.

La información es el conjunto de mensajes o significados que pueden agregar, reestructurar o cambiar el conocimiento. Cada flujo de información organizada, termina en la aceptación y creencias de su receptor, este reconocimiento es conocido como conocimiento estratégico. El conocimiento tácito y explícito hacen referencia a distintos tipos de información que interactúan dentro del conocimiento estratégico, aunque tuvieran el mismo contenido poseen dimensiones diferentes y se encuentran en diferentes partes del ciclo de creación de conocimiento estratégico.

1.3.1 Dimensiones de la generación de conocimiento

El conocimiento tácito tiene una connotación personal, forjada en la acción, los encuentros, los acuerdos y está involucrada en un contexto específico. Es difícil de formalizar y comunicar.

A su vez, el conocimiento tácito involucra tanto elementos técnicos como cognitivos. Los elementos cognitivos se basan en modelos mentales, análogos, o en imágenes, perspectivas o metáforas de la realidad, los elementos técnicos se refieren al know how y a las habilidades aplicables en contextos específicos.

El conocimiento explícito es transmisible en lenguaje formal y sistemático, lo cual es una característica necesaria para compartir información. Ambos elementos animan la comunicación entre individuos con el propósito de compartir el conocimiento tácito y construir su comprensión.

1.3.2 Conversión del conocimiento

Las dimensiones de la generación del conocimiento y la interacción social generan la espiral del conocimiento, que involucra cuatro formas de interacción

entre conocimiento tácito y conocimiento explícito, cada una de las cuales son también formas de conversión de un conocimiento existente a otro nuevo.



Figura 1.01 Esquema del proceso de generación de conocimiento.

(Fuente: Ikujiro Nonaka, A Dynamic Theory of Organizational Knowledge. Organization Scienc. Vol 5, N° 1, February 1994. The Institute of Management Sciences. Maryland, USA.)

La socialización está ligada a la cultura de la organización, la combinación a los procesos de información, la internalización al aprendizaje organizacional, la externalización es todavía un punto frágil en la gestión de conocimientos.

- **Socialización.** Convierte el propio conocimiento tácito a través de la interacción entre individuos. Se puede adquirir por la observación, la imitación y la práctica.
- **Externalización.** Convierte el conocimiento tácito en explícito. Se captura la idea de que ambos tipos de conocimiento son complementarios y que se pueden expandir por interacción. En este caso, de los individuos a la organización y aún al exterior.
- **Internalización.** Es la conversión total o parcial de conocimiento explícito en implícito. Es similar al proceso de aprendizaje.

- **Combinación.** Es la conversión total o parcial del propio conocimiento explícito a través de procesos sociales de intercambio y combinación (reuniones de clase o a distancia).

1.3.3 La espiral del conocimiento

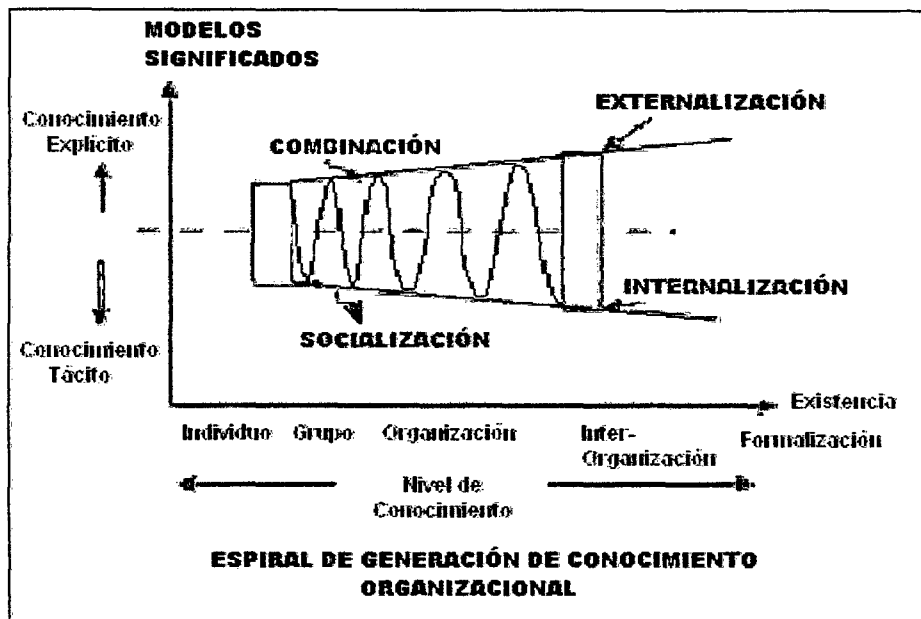


Figura 1.02: Espiral de generación de conocimiento

(Fuente: Ikujiro Nonaka, A Dynamic Theory of Organizational Knowledge. Organization Scienc. Vol 5, N° 1, February 1994. The Institute of Management Sciences. Maryland, USA.)

La propuesta de generación y crecimiento del conocimiento organizacional, se basa en la interacción dinámica de sus modos (socialización, combinación, internalización e externalización) expresada en la espiral del conocimiento. Esta interacción potencia el conocimiento individual y de la organización. Aisladamente, cada modo va a enfrentar sus propias limitaciones.

- La socialización permite compartir experiencias y perspectivas.
- La externalización se hace a través de diálogos de significados.
- Los conceptos se combinan con documentos propios y conocimiento externo.
- Se internalizan para su consolidación.

1.3.4 Importancia de la relación entre el conocimiento Tácito y Explicito

Los dos conocimientos son complementarios, el conocimiento explícito debe ser tácitamente entendido y aplicado, es decir, el conocimiento explícito debe aplicar mecanismos que permitan a los individuos aprender, interpretar y entender el contenido codificado. Peter Drucker hace una mención acerca de que la esencia de la dirección consiste en cómo se puede aplicar de la mejor forma un conocimiento existente para poder crear otro conocimiento nuevo o reciclado.

En los procesos constructivos al igual que cualquier otro tipo de proceso, la experiencia se incrementa cada vez que aumenta el número de productos elaborados, en consecuencia el rendimiento aumenta y el tiempo de elaboración disminuye en proporción al aprendizaje.

Según la Curva de Aprendizaje (figura 1.03) cada vez que se duplica la cantidad acumulada de productos elaborados, el tiempo de elaboración disminuye según la tasa de aprendizaje. La ecuación de esta curva describe el tiempo de procesamiento de la n -ésima unidad dada por:

$$T_n = T_1 \times n^{\ln K / \ln 2}$$

Donde, k es la tasa de aprendizaje, T_n es el tiempo de procesamiento para la n -ésima unidad (n) y T_1 es el tiempo de procesamiento para la primera unidad. Una vez que se conoce T_1 , se estima la tasa de aprendizaje k para calcular el tiempo de procesamiento de la n -ésima unidad. La tasa de aprendizaje estará ligada a aspectos tales como el producto, la dificultad del proceso, la mano de obra, la facilidad de manejo de equipos, etc.

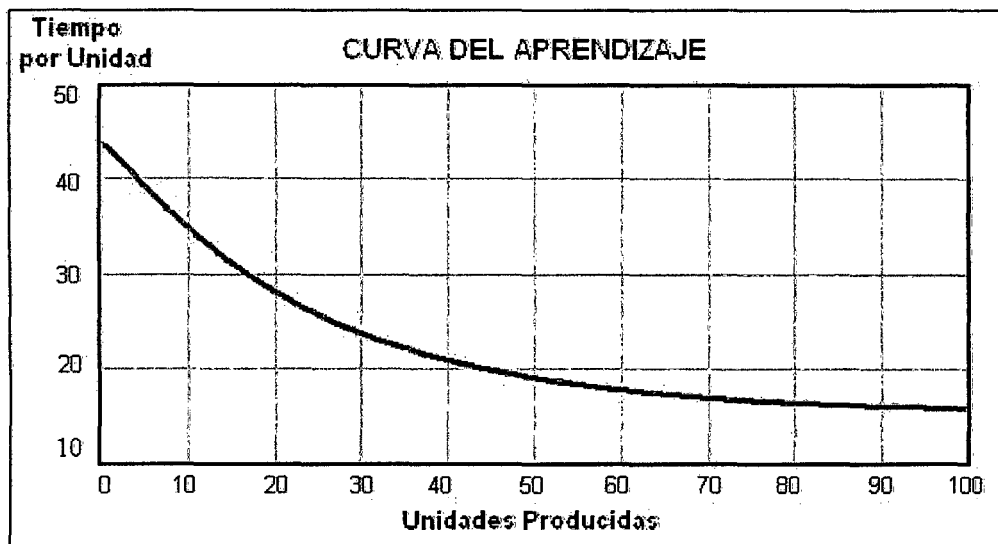


Figura 1.03 El trazo de la curva de aprendizaje.

(Fuente: Serpell Bley Alfredo, Administración de Operaciones de Construcción, Ediciones Universidad Católica De Chile, 1993.)

El trazo de la Curva de Aprendizaje, sirve para:

- Estimar la tasa de aprendizaje del proceso completo.
- Aprender a cerca de los factores que influyen en el comportamiento típico de los sistemas (conducta descrita por la denominada Curva de Aprendizaje).
- Estudiar el comportamiento de un sistema productivo y su configuración en el tiempo, en ocasiones requiere del establecimiento de patrones de conducta que no pueden representarse mediante funciones de distribución.

Sin repaso, la mente olvida los datos que tiene en la memoria al cabo de un tiempo. La curva del olvido ilustra la pérdida de retentiva con el tiempo. Indica cuánto se mantiene un contenido en las personas. Una aproximación matemática a la curva de la memoria es la siguiente fórmula:

$$R = e^{-t/S}$$

Donde R es el nivel de conocimientos conservados, S la intensidad relativa del recuerdo y t es el tiempo

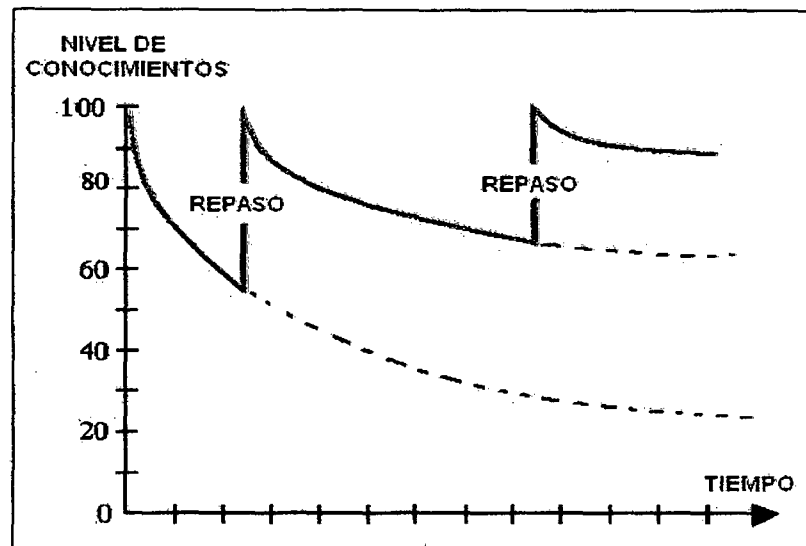


Figura 1.04 El trazo de la curva del olvido.

(Fuente: Serpell Bley Alfredo, Administración de Operaciones de Construcción, Ediciones Universidad Católica De Chile, 1993.)

En las ordenadas aparece la cantidad de conocimientos memorizados, y en abscisas el tiempo. Así que en vertical, los repases empujan hacia arriba a la memoria. Podemos ver cómo decrece el recuerdo de forma exponencial en función del tiempo, y se observa que con los repases esta curva decrece más lentamente.

La gestión del conocimiento busca que el conocimiento tácito y el conocimiento explícito formen un ciclo que intervenga en el aprendizaje y repaso de los miembros de la organización, y que genere valor intelectual a la vez que se aumentan las experiencias y las reuniones de lecciones aprendidas.

CAPÍTULO II: GESTIÓN DE CONOCIMIENTO Y DEL CAPITAL INTELECTUAL

Del capítulo anterior, se puede entender entonces, que el proceso de pasar el conocimiento tácito a explícito es necesario para conservar la información y para difundir el conocimiento adquirido. Para ésto es necesario un sistema o plataforma de gestión del conocimiento. Para este proceso es necesario definir la información que es relevante; siendo el objetivo principal que el conocimiento tácito creado y acumulado a nivel individual sea ampliado y expuesto a nivel organizativo.

2.1. Importancia del capital intelectual y del registro de información

La base del capital intelectual es el conocimiento, consistiendo básicamente en la posesión de conocimientos, experiencia aplicada, relaciones con los clientes y demás destrezas profesionales.

El capital intelectual pertenece a un campo intangible, el valor estratégico de los bienes intangibles radica en sus facultades:

- No es comercializable ya que es desarrollado y acumulado dentro de una organización.
- Es compleja y de naturaleza tácita.
- Su contenido surge de las habilidades y del aprendizaje organizativo.
- Su desarrollo depende de la organización interna, los niveles de aprendizaje y actividades de trabajo.

Las organizaciones reconocen la importancia del aprendizaje organizativo, el cual incluye aprendizaje a nivel individual, de grupo y de organización. Este aprendizaje permite integrar conocimientos dispersos a nivel individual mediante un proceso de sistematización y de exposición de conocimientos. Medir Capital intelectual es útil porque valida la capacidad de organización para alcanzar metas, planifica la investigación y el desarrollo, provee información básica para futuros proyectos mejorando la eficiencia organizativa, y provee un foco para educación organizacional y programas de formación.

2.2. Aprendizaje Organizacional

Los avances revolucionarios en la tecnología de información promueven los cambios económicos y sociales que están transformando los negocios y la sociedad. De esta revolución emerge un nuevo tipo de economía, "la economía de la información" en la que ésta es un recurso crítico, es la base de la competencia.

El aprendizaje organizacional consiste en que una entidad, adquiera y produzca conocimiento, a través de sus miembros y que éstos tengan el propósito común de convertirlo en conocimiento compartido, lo cual permite a una organización adaptarse a las condiciones cambiantes de su entorno. El aprendizaje organizacional se da en dos direcciones, del individuo a la organización y de la organización al individuo. La primera dirección consiste en identificar y captar el conocimiento clave de los trabajadores, para luego hacerlo explícito y documentarlo. Mientras que la segunda dirección, consiste en compartir el conocimiento organizacional existente, entre los miembros de la organización, brindando todas las facilidades para que sea interiorizado y debidamente aprovechado.

2.2.1. Aprendizaje en adultos

Así como en todo trabajo, la ingeniería de la construcción es un campo donde participa gente adulta, personas que ya cuentan con ciertos criterios formados a lo largo de su desarrollo. El término andragogía se utiliza para designar el campo de estudio relacionado con la educación de adultos.

Psicológicamente un adulto es "alguien que ha llegado a un auto concepto de ser responsable de su propia vida, de ser autosuficiente", por lo tanto, los adultos tienden a ser autodidácticos a pesar de ser condicionados a un comportamiento pasivo durante el período de formación o actividades de aprendizaje, debido a los métodos de enseñanza tradicionales. En consecuencia, la motivación para aprender no viene del profesor o instructor, sino del aprendiz; por otra parte, la experiencia acumulada por un adulto juega un papel importante en el proceso de aprendizaje, por un lado los adultos son más ricos en recursos, porque hacen uso de su propia experiencia para aprender, sin embargo la experiencia puede

introducir obstáculos al proceso de aprendizaje debido a los prejuicios, actitud defensiva, modelos mentales y pre concepciones sobre la realidad construida a lo largo de toda la vida.

2.2.2. Aprendizaje Colectivo

Los vínculos entre el aprendizaje individual y el colectivo, el aspecto cultural, y la gestión del proceso de aprendizaje organizacional, son analizados con el fin de presentar la diversidad de enfoques relacionados con el concepto de aprendizaje, se identifican cuatro categorías diferentes de aprendizaje:

- a) Al conocer la teoría se obtiene información, se puede aprender acerca de las cosas, adquirir conocimientos. Tanto la memorización y el "saber por qué" se incluyen en esta categoría.
- b) Se puede aprender a hacer las cosas, o adquirir nuevas aptitudes, habilidades y competencias. En esta categoría se incluyen habilidades mentales y manuales, habilidades sociales con los demás y la competencia en situaciones complejas.
- c) Se puede aprender a alcanzar el desarrollo personal, con la participación de crecimiento intelectual y la adquisición de capacidades. Este indicador se relaciona con la satisfacción personal, de acuerdo a los propósitos y la identidad individuales.
- d) Se puede aprender a "trabajar en equipo", colaborando en investigación. El aprendizaje es un resultado de la interacción entre las personas: las personas se reúnen para hacer cosas, ya sea actividades manuales o intelectuales, en nombre del grupo.

Desde el punto de vista del aprendizaje organizacional, el aprendizaje no puede ser pasivo (como es la memorización de conceptos) y es bastante general a pesar de que también requiere de desarrollo individual en habilidades, capacidades o competencias. Una de las preocupaciones más importantes del aprendizaje organizacional es cómo tratar de manera individual el aprendizaje colectivo, a fin de lograr una etapa de desarrollo en la Organización. Es necesario para lograr el aprendizaje organizacional, desarrollar una organización del aprendizaje que facilite el aprendizaje de todos sus miembros, y con mayor

ambición debiera ser una organización calificada para la creación, adquisición y transferencia de conocimientos; capaz de modificar su comportamiento para reflejar nuevos conocimientos e ideas.

2.2.3. Motivación

El aprendizaje en cualquier actividad, como la construcción, también requiere de la motivación. La motivación es la incitación de fuerzas inconscientes y subconscientes en las personas, que resulta en conductas deseables o resultados favorables. La importancia de factores humanos en la gestión, incluyendo la motivación, no fue bien reconocida hasta los estudios de Abraham Hawthorne realizados en los años 1920 y comienzos de la década de los 30. Varios estudios sobre motivación humana siguieron a los estudios de Hawthorne y han dado lugar a teorías de motivación, donde se reconocen que los factores psicológicos crean un deseo en las personas para ser más productivas.

La motivación de una persona depende de la percepción del individuo respecto a su capacidad para hacer un trabajo en particular, los beneficios asociados con la realización del trabajo, y el valor que él o ella coloca a los beneficios.

La metodología para motivar a las personas conlleva a utilizar la expectativa. La organización debe asegurar que sus miembros entienden los objetivos que se tratan de lograr y que ellos tienen capacidad y confianza en sí mismos de que la organización los apoya para alcanzar dichos objetivos.

Una vez que las personas se asientan en sus puestos y sienten una sensación de seguridad a través de su experiencia y la confianza en su área de especialización, las necesidades fisiológicas y las necesidades de seguridad se vuelven secundarias, la gente busca satisfacer necesidades de orden superior: sociales, autoestima y auto-actualización, al aportar sus conocimientos a la organización obtienen respeto y reconocimiento. Una diferencia importante entre la expectativa y la necesidad, es que en la expectativa, el rendimiento conduce a la satisfacción, mientras que en la necesidad, la satisfacción conduce al rendimiento.

CAPÍTULO III: HERRAMIENTAS APLICADAS EN EL REGISTRO DE INFORMACIÓN DE OBRAS

Para clasificar la información se debe contar con la orientación y las herramientas que ayuden a organizar y dar valor a la información relevante. Se ha visto conveniente seguir la filosofía del Lean Construction, ya que comparte un deseo de mejora continua y brindar calidad en el trabajo y se propone el uso de bases de datos para almacenar y compartir la información.

Con el objetivo de mejorar la dirección de construcción de competencias, incentivando la aplicación de conceptos y principios del Lean Construction, el Grupo de Investigación en Construcción (NORIE), de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul hizo un proyecto de investigación que proponía algunas orientaciones para el proceso de aprendizaje de la aplicación de la filosofía Lean Construcción y los principios en la industria de la construcción. Tres enfoques principales se identificaron:

- La utilización de una herramienta para representar y modificar los significados de los conceptos y sus relaciones recíprocas. Esta herramienta compartiría distintos conocimientos y experiencias.
- El aprendizaje organizacional y colectivo. Debía estudiarse porque la filosofía del Lean Construction es sistémica. El aprendizaje organizacional se desarrolla mediante competencias colectivas, que involucra la colaboración en investigación y visiones compartidas entre colegas.
- Por último, el tercer enfoque implica la experimentación de algunos conceptos y principios del Lean Construction en la práctica, ya que los adultos aprenden mejor cuando actúan y luego reflexionan sobre su experiencia.

3.1. Principios del Lean Construction aplicados en Lima

El Lean Construction consiste en la búsqueda de la mejora continua, esta filosofía ha servido de base para la elaboración de diferentes teorías, como de las cadenas críticas, teoría de las restricciones y mejoramiento continuo. En Lima la aplicación del Lean Construction busca cumplir los mismos objetivos que en Japón o en el resto del Mundo. Sin embargo la manera de actuar en el ámbito nacional es diferente a la de Japón, es por ello que de esta filosofía se adecúa lo que se puede aplicar a nuestra realidad.

Las bases para controlar y aumentar la productividad no son diferentes al resto del mundo, las teorías de gestión en la construcción que buscan mejorar la calidad y controlar la productividad en la construcción se aplican en diferentes organizaciones nacionales.

Para que un proceso se mejore, se requiere:

- Querer mejorar, incluye la actitud.
- Poder mejorar, incluye el saber cómo y el tener con qué.
- Actuar en consecuencia, incluye la aceptación y la voluntad.
- Deseo de la gerencia, incluye visión.

El poder mejorar depende a su vez de dos condiciones: el saber cómo mejorar y el tener los medios necesarios y suficientes para hacerlo. El saber cómo, se refiere al conocimiento, experiencia y habilidad del trabajador, no solo para ejecutar bien sus tareas, sino también para estar en posición de mejorarlas. El tener se refiere a contar con los medios necesarios, es indispensable contar con la tecnología adecuada.

El actuar en consecuencia se refiere concretamente al papel que desempeña la dirección de la organización, son los directivos los que tienen la responsabilidad de promover entre los miembros de la misma, el querer y el poder mejorar, para que actúen en consecuencia y con la oportunidad necesaria para obtener el incremento en la productividad.

Entre los métodos para evaluar y controlar un proyecto tenemos:

- Productividad: Control de índices de productividad.
- Desempeño financiero: Se utilizan ratios financieros que permiten determinar el progreso y estado de los proyectos.
- Calidad de la producción: se centra en medir el servicio al cliente.
- Satisfacción del cliente: la organización debe verificar su respuesta a las demandas de los clientes. (Tiempos de entrega, confiabilidad, entre otros).
- Actitudes del personal: Si existe desmotivación, la calidad de la obra disminuirá y lo mismo con la productividad.
- Higiene, seguridad y medio ambiente.

3.1.1. Productividad

Productividad: es la relación entre lo producido y lo gastado en ello, también puede definirse en forma más explícita como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad. El objeto de cualquier proyecto es ubicarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad. La productividad requiere para su logro, que todos los niveles de organización aporten a ella. La organización tanto en su accionar interno como en su interacción con el entorno, debe proveer las condiciones y recursos para que los grupos de trabajo puedan llevar a cabo sus tareas de manera productiva.

3.1.2. Control de Procesos

A la medición de procesos realizados en una organización se le suele llamar control de procesos. Aunque parece muy técnico, es necesario:

- Obtener datos de los procesos principales.
- Analizar las cifras o índices de productividad.
- Tomar decisiones basadas en la información obtenida.

Todo esto puede expresarse simplemente como una comprobación de cuántas características no están conforme a las especificaciones, determinar dónde radica el problema y resolverlo.

El Control de procesos también sirve para detectar el origen de problemas, es decir, si la proporción de los rechazos está creciendo, el hecho es indicativo de que un equipo requiere mantenimiento o reemplazo. Hay muchas maneras de medir un proceso y resolver los problemas. Algunas de las técnicas más utilizadas son:

- Gráficas de Control
- Gráfica de barras o histograma.
- Diagrama de Pareto
- Diagrama causa-efecto. (Ishikawa)

3.1.3. Gerencia de Productividad y Calidad

Se basa en la mejora continua de los procesos desarrollados en una obra. Se enfoca en los ítems que más influyen en el tiempo de la obra, evaluarlas, detectar problemas y con el apoyo de los miembros de la empresa, mediante un círculo de calidad, resolver los problemas encontrados, para así, ir mejorando los procesos utilizados enfocados a una mejor productividad y al acercamiento de la calidad de procesos y productos.

Los pasos usuales para la mejora continua son:

- Identificación del defecto o Problema.
- Diseño de acciones correctivas del grupo.
- Colección y análisis de la información.
- Círculos de calidad con lluvia de ideas (brainstorming) para el mejoramiento.
- Implementación de los cambios.
- Control de la implementación.
- Mejora continua.

3.2. Modelo de registro de información

3.2.1. Sistema de gestión de bases de datos

Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, los cuales permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada.

3.2.2. Bases de datos dinámicas.

Estas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta.

3.2.3. Modelo de Base de datos relacionales

Este es el modelo más utilizado en la actualidad para administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados listas. Donde cada relación es una tabla que está compuesta por registros, que representarían las listas y los campos.

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia, tiene la ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos; la información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información. Este modelo considera la base de datos como una colección de relaciones; de manera simple, una relación representa una tabla que no es más que un conjunto de filas y columnas, donde cada fila es un conjunto de campos y cada columna es a la vez un campo que representa un valor, que interpretado, describe el mundo real.

Por ejemplo, para un caso particular se podría clasificar una actividad en base a diferentes registros que estén relacionados:

Cuadro 3.1 Ejemplo de lista de registro de datos.

Falla	Aspecto	Causa	Efecto	Acción
grietas	mal tarrajeo	falta de agua	mal acabado	tarrajar de nuevo

(Fuente: Elaboración propia)

Con esta clasificación, si se buscara actividades de **baja productividad** en edificaciones, se encontraría dentro de la lista tarrajeo y se podría identificar cuál fue el problema y el motivo de rehacer el trabajo.

Con este tipo de base de datos podría ubicar diferentes elementos sin depender de una sola clasificación, sino que existe una variedad de registros más amplia para la búsqueda.

3.2.4. Método del caso

El método del caso consiste en el uso de anécdotas como herramienta pedagógica, para contrastar los conocimientos aprendidos en el aula con su aplicación en situaciones reales. Mantiene una dinámica diferente a los esquemas tradicionales, profundiza el aprendizaje individual y facilita el trabajo de grupo. Los casos deben cumplir una serie de condiciones para asegurar su utilidad pedagógica:

- Autenticidad: Que sea una situación concreta, sacada de la realidad
- Urgencia de la situación: Que sea una situación problemática que provoca un diagnóstico o una decisión.
- Orientación pedagógica: Que sea una situación que puede proporcionar información y formación en un dominio del conocimiento o de la acción

En consecuencia, para esta tesis se archivaron diferentes datos del trabajo de campo, que eran de interés para los ingenieros responsables de la ejecución de sus proyectos.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE UNA DE BASE DE DATOS SOBRE MUROS PANTALLA

Para la recopilación de información se realizaron visitas a diferentes obras de una misma compañía, que usaron el sistema de muros pantalla en excavaciones profundas para sótanos. Se examinaron los problemas comunes y las diversas soluciones aplicadas, además de innovaciones vistas en campo y una recopilación de las diferentes opiniones de los ingenieros involucrados.

La finalidad del trabajo era conocer cuáles son los problemas más frecuentes y qué acciones mitigadoras o correctivas se pueden tomar al respecto. Al completar la recopilación de datos se comprendió cuán importante es clasificar la información.

4.1. Compendio información levantada

Luego de un análisis, se decidió diferenciar 3 módulos presentes en el desarrollo de excavación profunda para sótanos.

- a) MODULO 1.- Tratos y previsiones para el inicio de trabajos
- b) MODULO 2.- Procedimiento constructivo usual en muros pantalla
- c) MODULO 3.- Eliminación de material.

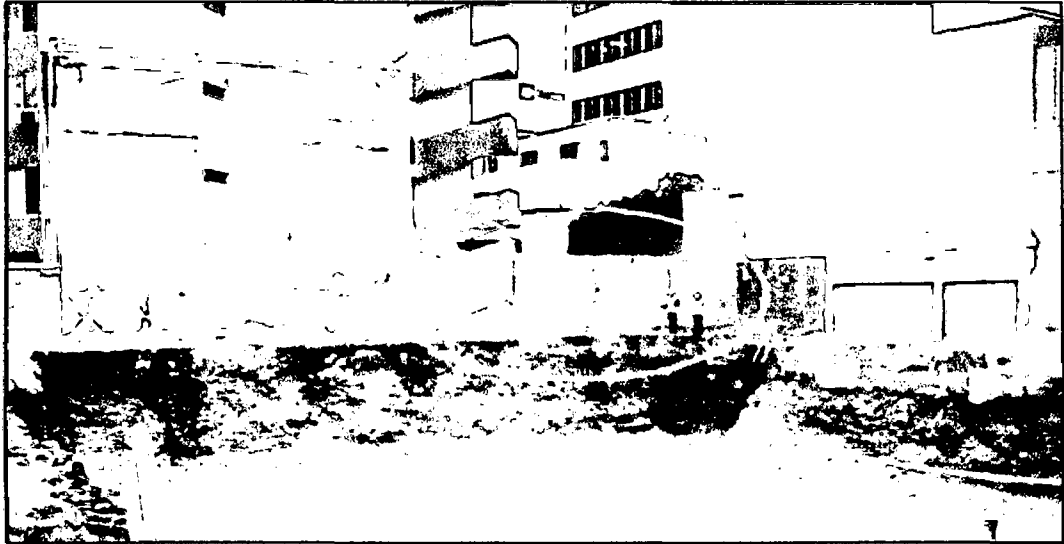
4.1.1. Modulo 1: Tratos y previsiones para el inicio de trabajos

a) Inicio de obra.-

Compila los pedidos, comunicados, tratos y actividades legales iniciales que se realizan antes de que el contratista empiece su trabajo. Involucra:

- Presentación de la obra con los vecinos.
- Inspección ocular con notario público, del estado de las edificaciones aledañas.
- Verificación de los permisos entregados por el propietario
- Solicitud de los permisos de uso de vías
- Planos de las redes de servicios.

- Caso Edificio Capital: Luego de verificar la estabilidad de los muros vecinos, se determinó que se tenía que demoler el 80% de los muros perimetrales como el de la fotografía adjunta, los muros que no se demolieron fueron los correspondientes a los muros en los cuales se encontraban bancos de medidores de energía eléctrica.



Fotografía 4.01 Cerco a demoler.

(Fuente: Edificio Capital)

- Caso Edificio Golf Millenium: Debido a problemas con los vecinos no se pudo demoler todo el muro perimetral y se tuvo que colocar puntales para realizar la excavación.



Fotografía 4.02 Cerco apuntalado

(Fuente: Edificio Golf Millenium)

b) Documentación inicial de obras provisionales.-

Comprende los permisos correspondientes de la Municipalidad Provincial para la utilización de bermas y veredas en caso de avenidas y de la Municipalidad Distrital del lugar, en el caso de calles. Usualmente se requieren los siguientes documentos:

- Carta de presentación del proyecto.
- Memoria descriptiva de los trabajos a realizar.
- Plano de Layout de obra.
- Cronograma.
- Plano con la maniobra de carga de camiones.
- Plano de señalización en el exterior.

El municipio emite una resolución que deberá ser adjuntada a estos documentos.

c) Accesos.-

Son las vías terrestres de comunicación entre el área de la obra y el entorno externo, incluye entrada y salida de movimiento interno de maquinaria pesada, trabajadores y material. Además, también puede abarcar la ruta de evacuación del material.

- Caso Torre Ábaco: Durante el proceso de eliminación de material los camiones de carga se alineaban en la calle Andrés Reyes, generando una fuerte congestión vehicular.
- Caso Edificio Capital: Durante la construcción de las obras provisionales se tuvo problemas con la ubicación de las líneas de la empresa Luz del Sur, pues los planos sólo daban datos referenciales. Para el ingreso a la excavación se utilizó una escalera provisional.



Fotografía 4.03 Uso de Escalera en andamio

(Fuente: Edificio Capital)

d) Descenso con rampa.-

La ubicación de la rampa debe comprometer la menor cantidad de paños de muro pantalla. La rampa no debe tener más de 12% de pendiente y los accesos deben permitir una salida cómoda de los camiones volquetes.



Fotografía 4.04 Rampa de acceso

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

- Caso Edificio Golf Millenium: Dado que el terreno tenía una gran área y el proyecto constaba de 3 niveles de sótanos, sólo se requirió de una rampa para la eliminación del material. Sin embargo la escasa cantidad de volquetes en Obra significó un retraso en la eliminación del material de excavación, lo cual a su vez significó un retraso en la apertura de frentes de trabajo.



Fotografía 4.05 Excavación masiva

(Fuente: Edificio Golf Millenium)

4.1.1.1. Análisis de problemas frecuentes

Los casos más problemáticos según los ingenieros entrevistados son: problemas con las edificaciones vecinas y los permisos municipales

Cuadro 4.01 Quejas de vecinos por aparición de grietas

Apariencia	Deformaciones y asentamientos.
Causa	Vibraciones por el uso de perforadoras y maquinarias pesadas.
Efecto	Riesgo de daños en paredes y marcos de puertas y ventanas vecinas.
Acción	Inspección de edificaciones vecinas. Medidas de protección en edificaciones con estructuras débiles
Previsión	Tener un registro del estado inicial de las edificaciones vecinas antes de los trabajos. Colocar testigos de yeso en fisuras existentes.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.02 Problemas con estructuras vecinas.

Apariencia	Antes de inicio de obra se registran elementos de riesgo futuro en la excavación tales como cercos, postes, etc.
Causa	Vibraciones por el uso de perforadoras y maquinarias pesadas en conjunto con la profundidad de la excavación.
Efecto	Riesgo de colapso y caída de estos elementos sobre la zona de trabajo a varios metros de profundidad.
Acción	Identificar las estructuras en riesgo y evaluar el nivel de daño que pueden causar, así como definir si se pueden demoler por completo o en caso contrario reforzar.
Previsión	Demolición o refuerzo de estructuras que sean débiles y/o representen peligro en la excavación en la medida que sea posible.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.03 Problemas de tránsito

Apariencia	Tránsito pesado en las vías del vecindario la obra.
Causa	Salida y entrada de materiales, camiones de carga y camiones mixers.
Efecto	Acumulación de vehículos en las vías.
Acción	Coordinar el desenvolvimiento de estos trabajos con los trabajadores, seguridad y con la policía.
Previsión	Establecer un Layout dinámico para realizar estas actividades.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.04 Problemas de ubicación de accesos

Apariencia	Noción de bajo rendimiento o aparición de tiempo no productivo a pesar de que todo el personal trabaje de acuerdo a lo previsto.
Causa	Dificultad de movimiento para trabajos.
Efecto	Lentitud en trabajos y desplazamientos.
Acción	Coordinar con trabajadores y subcontratistas un esquema de movimiento en base a su experiencia.
Previsión	Establecer un Layout dinámico de desplazamientos internos en la obra y observar las interrupciones generadas en los desplazamientos.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.05 Condicionamiento de la velocidad de trabajos

Apariencia	En un momento dado la rampa entorpece los trabajos al interior de la obra.
Causa	Espacio y longitud que ocupa el desarrollo de la rampa.
Efecto	Lentitud en trabajos
Acción	Establecer alternativas de movimientos, tales como el uso de escaleras para trabajadores y el uso de grúas para la entrada y salida de diversos elementos.
Previsión	Definir el tiempo de vida de la rampa en base a los requerimientos de la obra.

(Fuente: Elaboración propia)

4.1.2. Módulo 2: Procedimiento constructivo de muros pantalla

Para un estudio práctico, este módulo será subdividido en tres secciones de mayor importancia

- Movimiento de tierras, comprende excavación masiva, uso de banquetas, perfilado y paletéo.
- Proceso de Anclaje.
- Construcción del Muro, contiene: habilitado y colocación de acero, encofrado, concreto, resanes y corrección de Imperfecciones.

Cabe resaltar que los trabajos descritos tuvieron como escenario el subsuelo conglomerado de Lima.

a) Movimiento de tierras

El procedimiento obedece al siguiente orden:

- Trazo topográfico del terreno.
- Excavación en forma de anillo.
- Uso de banquetas de tierra en damero.
- Perfilado y pañeteo de los taludes libres.
- Descenso en Rampa.

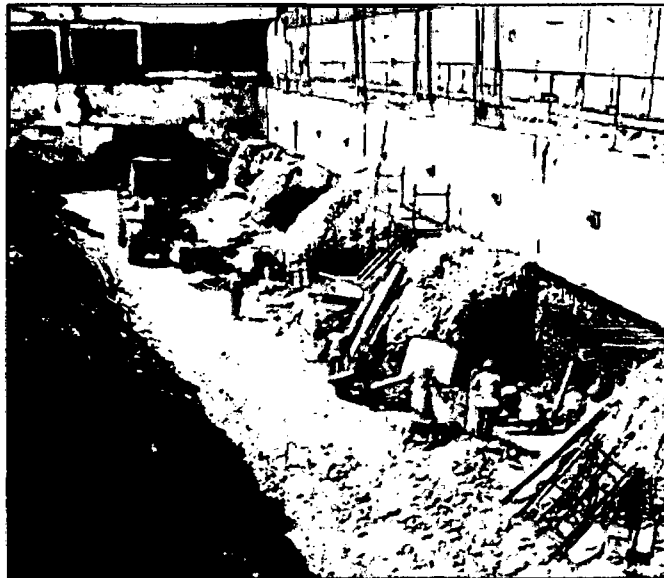
• Excavación masiva

Se refiere a las excavaciones que ocupan un área considerable, generalmente es practicada para sótanos, cisternas, etc. Durante la excavación masiva, se elimina el interior de un nivel inferior del área, dejando un anillo con un ancho entre 3 a 5 metros, con suficiente acción pasiva para poder estabilizar el terreno. El anillo se va descargando por banquetas mediante el uso de maquinaria pesada.

- **Banquetas para Excavación**

La excavación masiva no se realiza en el área integra de la zona a estabilizar, debe dejarse un tramo denominado banqueta. La banqueta tiene ciertas dimensiones según sea su función:

- Banqueta de 2.00 m de ancho (o espesor) en la parte superior, permite que el equipo de trabajo pueda tensar el muro de nivel superior a la banqueta.



Fotografía 4.06 Uso de banquetas

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

- Banqueta de 1 m en la parte superior y de 1.50 m en la parte inferior, dejada para el momento de la perforación, introducción del anclaje e inyección de la lechada.

Se debe considerar el espacio que ocupan las banquetas para poder organizar el movimiento del personal y la eliminación de material para no entorpecer el avance de la obra. Las máquinas pesadas tienen radios de giro mínimos para poder maniobrar dentro de la excavación y éstos no debieran ser reducidos por la rampa y las banquetas.

- **Perfilado**

Es el proceso de afinar el perfil del talud a excavar, de la fineza del trabajo depende que no se sobre excave y se obtenga mayor desperdicio de concreto. Se inicia con ayuda de maquinaria pesada, posteriormente se termina de forma manual.

- **Perfilado Con Máquina**, consiste realmente en la eliminación de la banqueta, al inicio con un cargador frontal y en la parte más cercana al perfil del muro se realiza con una excavadora, pudiéndose también perfilar por completo con la maquinaria, pero con un gran margen de error. Además se deja un mínimo de material para que se pueda perforar, inyectar concreto e insertar el cable tensor ya que estos procesos provocan desmoronamientos (especialmente en la perforación). Estos procesos para colocar el cable tensor se pueden realizar después de la construcción del muro previa coordinación con los especialistas, se debe considerar un orificio a la altura del anclaje en el muro. Un riesgo de este caso es que el punto no sea adecuado para anclar por problemas del suelo.



Fotografía 4.07 Perfilado con excavadora

(Fuente: Edificio Capital)

- Perfilado manual, es recomendable colocar tres plomadas por paño a partir de las cuales se indica cuantos centímetros hay de retiro, por lo general es cinco centímetros menos de lo requerido, ya que el terreno posee bolonería. Para un mejor control también se puede hacer uso de un escantillón, con la finalidad de medir las dimensiones del muro.



Fotografía 4.08 Colocación de plomadas Fotografía 4.09 Uso de Escantillón



Fotografía 4.10 Perfilado con martillo

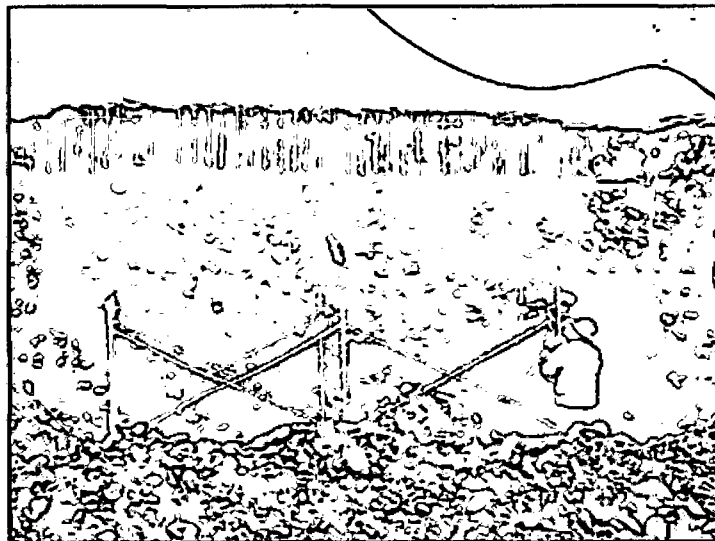
(Fuente: Edificio Santo Toribio)

Por lo general se requiere también una cuadrilla para las siguientes tareas:

- **Excavación de zanja:** Realizan la excavación de una zanja cuya longitud es la misma que la del muro anclado, con 0.60m de ancho y 0.85m de profundidad con el fin de enterrar las varillas de acero (correspondiente al empalme).
- **Perfilado manual:** Esta labor se realiza con el fin de conseguir la plomada correspondiente, así como obtener el menor desperdicio posible contra el terreno al momento del vaciado.

- **Pañeteo**

Consiste en echar lechada de cemento en la superficie del talud, esto da cierta consistencia al suelo, pero el aporte de resistencia estructural que pueda brindar la lechada no es considerado, por su pequeña magnitud. Se realiza con la finalidad de evitar que el terreno pierda o adquiera humedad, evitando desmoronamientos, ya que la cohesión del suelo está directamente vinculada a la cantidad de agua presente. No se puede descuidar este aspecto, ya que el diseño del muro implica un valor de cohesión, un descuido en este aspecto podría generar mucho riesgo.



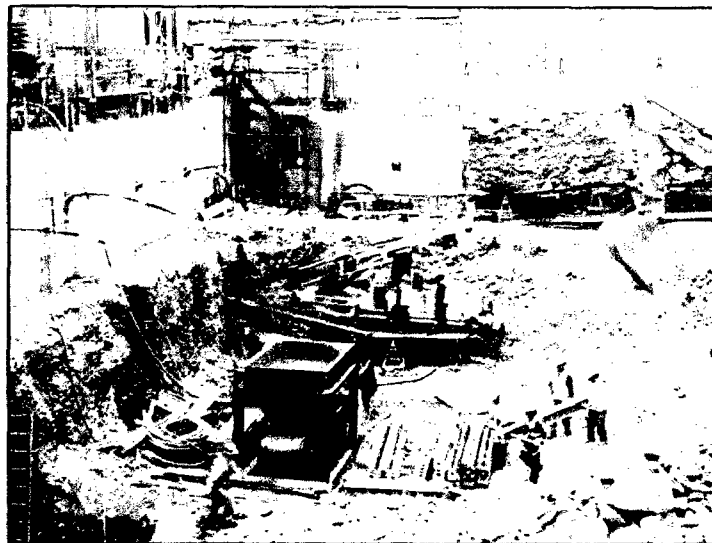
Fotografía 4.11 Pañeteo con lechada de cemento

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

b) Proceso de anclaje

- **Perforación**

La perforación es realizada antes de eliminar la banquetta, considerando la longitud de diseño. Una vez que se ha llegado a la cota de sondeo (profundidad de anclaje), se procede a la limpieza y retiro de la broca, quedando la tubería de revestimiento por donde se va a colocar el anclaje.



Fotografía 4.12 Perforación con Rockdrill

(Fuente: Edificio Capital)

- **Introducción del cable tensor de anclaje**

Una vez terminada la perforación se introduce el cable tensor en el agujero por dentro del tubo de revestimiento, los cables tensores son anclajes que se desarrollan en toda su longitud, son soportados a través de un bulbo de concreto inyectado. Posteriormente se procederá al retiro del tubo de revestimiento, una vez que se haya construido el muro correspondiente se procede a tensar el cable y a colocar una cuña de contención.

- **Inyección de lechada de cemento**

Una vez terminada la introducción del anclaje, se procede a la inyección, en caso no producirse el rebote de lechada en un tiempo prudente se recomienda dejar un tiempo de 6 horas como mínimo antes de iniciar la re-inyección si es que no

se ha definido otra solución. El rebote es necesario para garantizar la saturación del suelo (que conforma el bulbo del anclaje). El rendimiento promedio del proceso es 45m (lineales)/día.



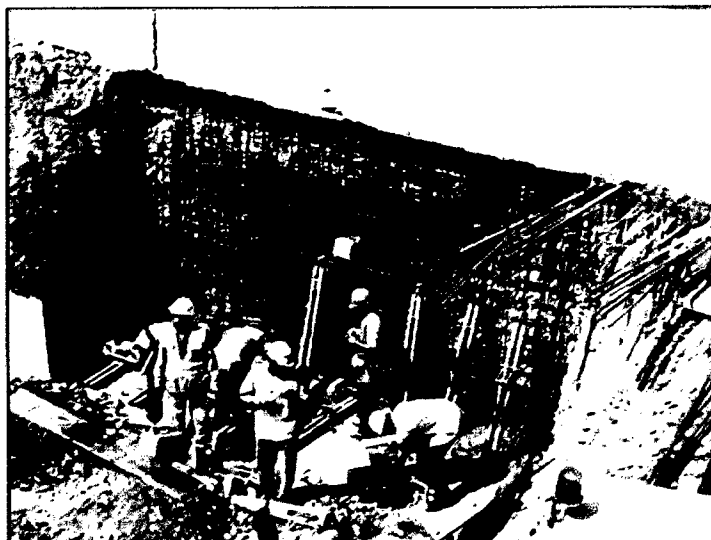
Fotografía 4.13 Tensado del Cable de anclaje.

(Fuente: Edificio Capital)

c) Construcción del muro

- **Colocación del acero estructural**

Es el proceso de armar en el sitio correspondiente el esqueleto de acero del muro que se va a anclar. El cual contiene adicionalmente un mayor refuerzo en la zona de anclaje.

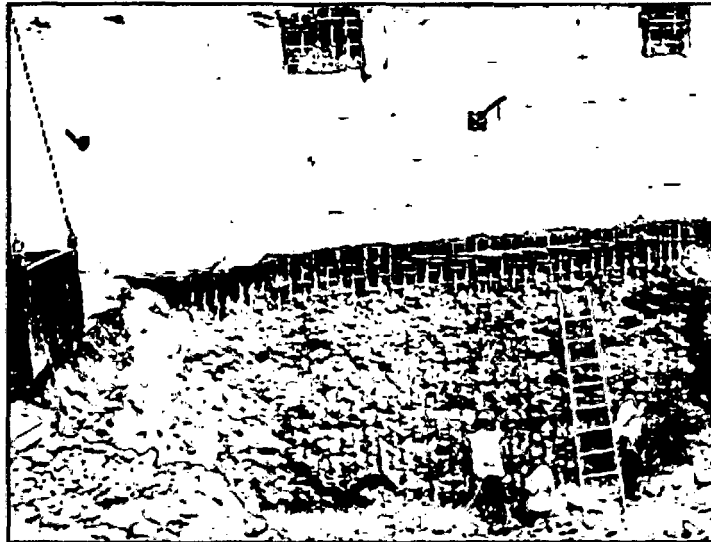


Fotografía 4.14 Colocación del acero estructural

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

Se debe tener en consideración las mechas de acero para futuras losas, deben estar debidamente alineadas, además se recomienda usar cajones de madera para protegerlas y así minimizar el picado en el momento de ejecutar la losa.

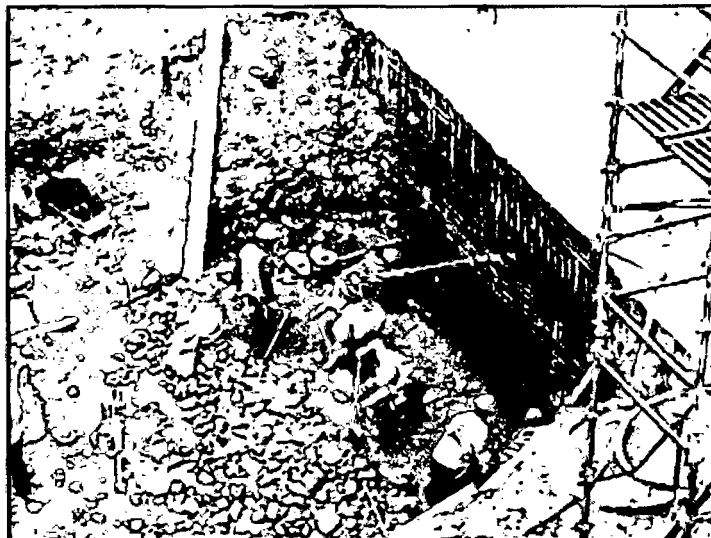
El refuerzo debe ser debidamente perfilado para que la estructura esté debidamente orientada y se obtenga el desempeño esperado.



Fotografía 4.15 Verificación de verticalidad de malla

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

Se rellena con material la zona inferior del acero, se debe de evitar que el acero ceda por presión del concreto es por eso que se usan dados de concreto o retazos de acero para asegurar que la parrilla no se hunda.



Fotografía 4.16 Colocación de tacos y separadores.

(Fuente: Edificio Santo Toribio)

- **Encofrado**

En el encofrado para los muros pantalla se juntan problemas peculiares, la presión que ejerce el concreto es muy alta, de modo tal que es capaz de abrir el encofrado, por eso debe estar muy bien apuntalado.

El encofrado para los muros contra terreno consta del juego de paneles que conforman la cara de contacto y como apuntalamiento se trabaja con escuadras (ver dibujo) sobre las cuales se colocan bloques de concreto (usualmente son de 0.60m x 0.60m x 1.60m) que se colocan entre las escuadras para evitar que el encofrado se levante. Además de cavidades superiores preparadas para vaciar el concreto y para dejar salir el anclaje.

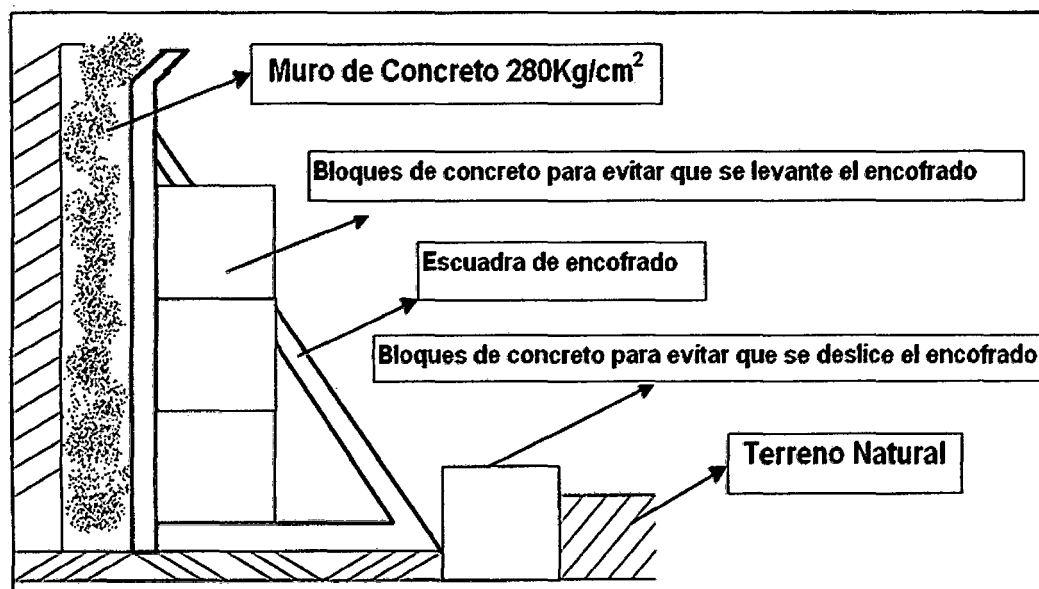


Figura 4.01 Esquema de Encofrado

Una opción es enterrar a medio cuerpo bloques de concreto en cada escuadra, aprovechando el empuje pasivo para que no se produzcan deslizamientos. Otro problema se encuentra al dejar puesto el empalme vertical del acero del muro.

Se puede dejar una zanja para que en ella ingrese el empalme debidamente forrado con plástico y luego se rellena con arena.



Fotografía 4.17 Colocación de arena en la base del nuevo muro

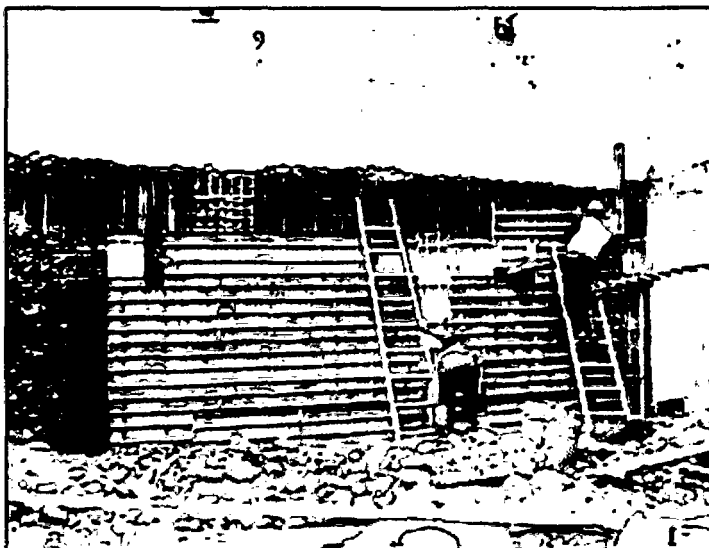
(Fuente: Edificio Capital)

Se debe colocar madera para formar un soporte y una superficie nivelada para el encofrado.



Fotografía 4.18 Colocación de madera en la parte inferior

(Fuente: Edificio Capital)



Fotografía 4.19 Colocación de paneles.

(Fuente: Edificio Capital)

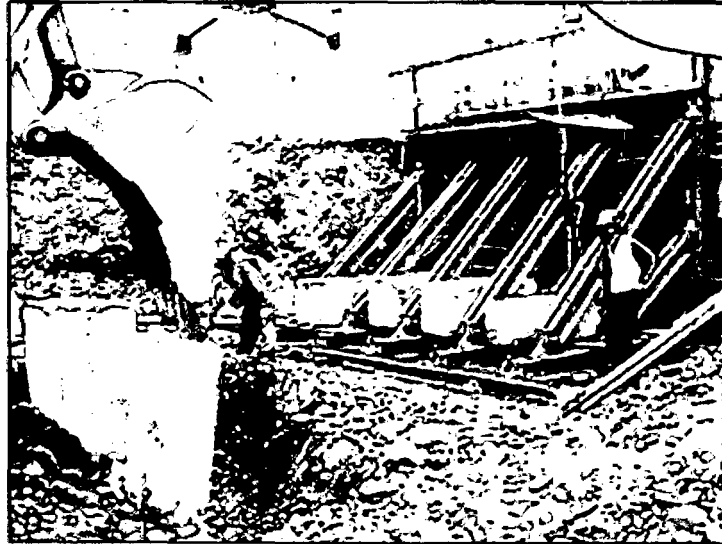
El sistema de apuntalamiento, está debidamente diseñado para soportar la presión del concreto, su movilización se logra con ayuda de camiones grúa, además, se necesitará de un andamio.



Fotografía 4.20 Uso de escuadras

(Fuente: Edificio Capital)

Los bloques de concreto evitan los desplazamientos tanto vertical como el horizontal en los elementos del encofrado.



Fotografía 4.21 Colocación de bloques de concreto

(Fuente: Edificio Capital)

Los bloques semienterrados aseguran la rigidez horizontal, los bloques superiores evitan que se levante el encofrado.

Como parte del encofrado se considera un tubo de protección para que el concreto no maltrate la mecha de anclaje.



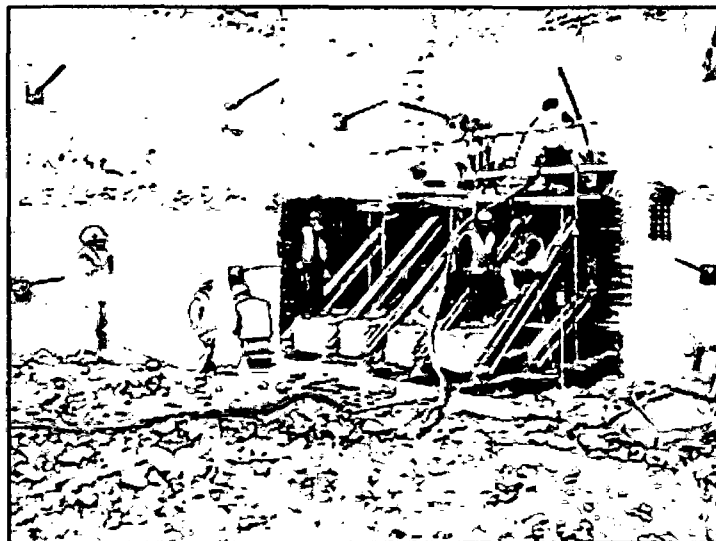
Fotografía 4.22 Colocación de protección con tubería PVC.

(Fuente: Edificio Capital)

- **Concreto**

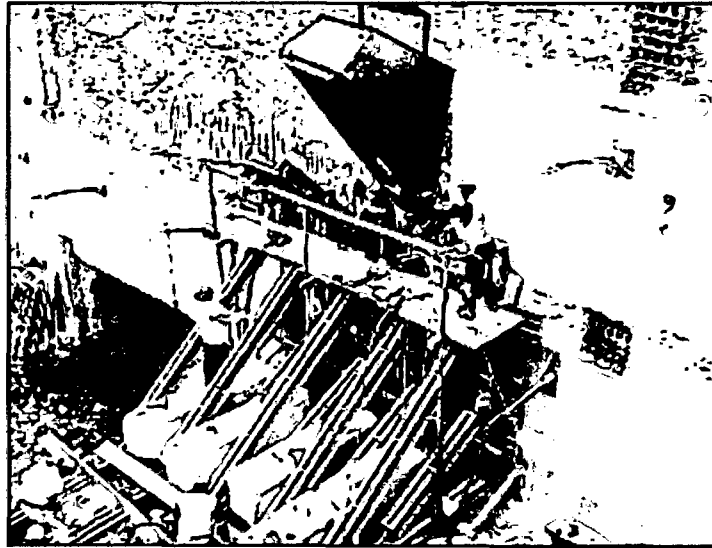
El concreto usado en los muros pantalla estará diseñado teniendo en cuenta que a la hora de hacer el tensado de los anclajes, éstos actuarán sobre el muro haciendo punzonamiento, se recomienda que el muro tenga una resistencia de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ para el tensado; por tal motivo, usualmente se diseña un concreto de mayor resistencia y así poder efectuar el tensado de los cables a los pocos días del vaciado, para evitar atrasos.

El vaciado del concreto se puede realizar por bombeo, con ayuda de una grúa, o con boogies, dependiendo de las posibilidades de vaciado.



Fotografía 4.23 Vaciado de concreto con bomba

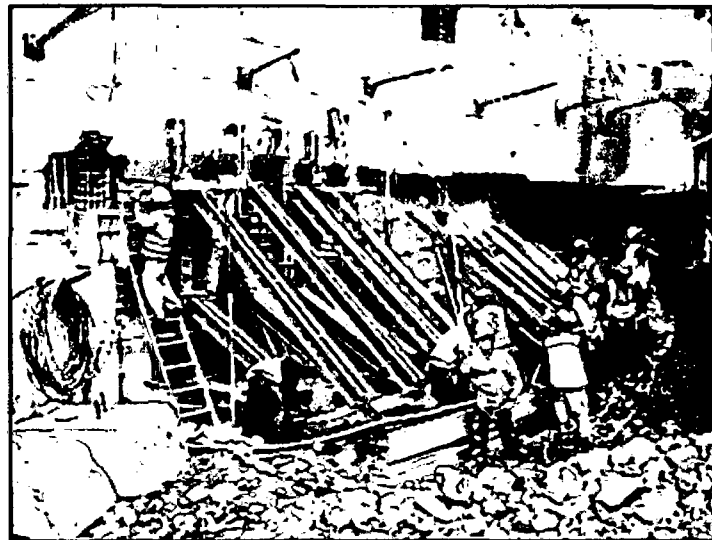
(Fuente: Edificio Capital)



Fotografía 4.24 Vaciado Con torre grúa

(Fuente: Edificio Capital)

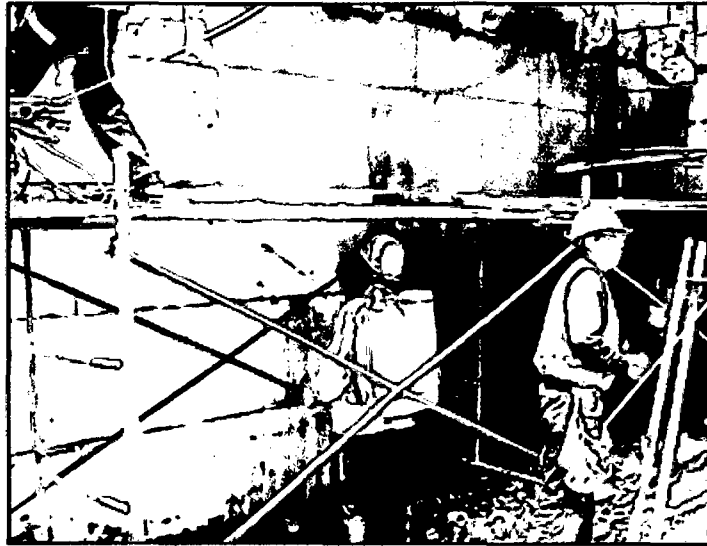
El vibrado asegura el esparcimiento del concreto evitando la formación de cangrejas (espacios de vacíos en el concreto).



Fotografía 4.25 Desencofrado, retiro de escuadras y paneles.

(Fuente: Edificio Capital)

Se recomienda aplicar un curador químico para los muros desencofrados.



Fotografía 4.26 aplicación de curador químico.

(Fuente: Edificio Capital)

- **Correcciones y resanes**

En las zonas donde irán las losas se debe picar las rebabas para tener una uniformidad en el muro.



Fotografía 4.27 Picado de rebabas

(Fuente: Edificio Capital)

Se debe dejar libre el empalme lateral de la estructura y asegurar la continuidad de los muros, por lo que se escarifica las partes laterales de los muros.



Fotografía 4.28 Escarificado en muro

(Fuente: Edificio Capital)

4.1.2.1. Análisis de Problemas Frecuentes

Los casos más problemáticos son:

Cuadro 4.06 Sobre excavación de espesor de muro

Apariencia	El talud se mete más en el terreno aledaño, se ve menos seguro
Causa	Bajo control del espesor del muro respecto a la excavación y el perfilado.
Efecto	Mayor desperdicio de concreto en los muros, ligeras caídas de material.
Acción	Mayor control de la excavación en el momento de eliminar las banquetas.
Previsión	Capacitar al personal e informarle acerca de los problemas de sobre-excavación y el sobre-costos que causa en el vaciado de concreto.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.07 Problemas de perfilado en suelos más blandos o más duros.

Apariencia	Al momento de perfilar manualmente, se caen cantos, ocurren ligeras caídas de suelo. O en casos no se puede perfilar adecuadamente con una barreta.
Causa	Cohesión diferente a la normal del suelo.
Efecto	Mayor desperdicio de concreto en los muros, ligeras caídas de material, caídas de cantos sobre los trabajadores.
Acción	Perfilado con mayor cuidado en caso de que haya baja cohesión, o usar un martillo para poder hacer el trabajo en caso de que sea muy duro el terreno.
Previsión	Capacitar al personal ante este comportamiento del suelo.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.08 Derrumbes, caídas de piedras

Apariencia	Derrumbes de material que pueden afectar a los trabajadores.
Causa	Uso brusco de herramientas para el perfilado.
Efecto	Caída de material.
Acción	Tomar responsabilidad sobre el uso de las herramientas.
Previsión	Capacitación y concientización de los trabajadores sobre el desarrollo de sus respectivos trabajos.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.09 Espacio para columnas y placas.

Apariencia	Estructuras incompletas expuestas en los muros.
Causa	El espacio dejado se debe a la construcción de los muros inferiores o al paso de alguna otra estructura temporal tal como el paso de la faja transportadora.
Efecto	Aumento de riesgo de deslizamiento, además se percibe cierta inseguridad en los trabajadores.
Acción	Reforzar el área afectada, aumentando los factores de seguridad.
Previsión	Conversar con anticipación con los especialistas para que tengan en cuenta el aumento de factores de seguridad en sus cálculos.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.10 Esquinas cóncavas (entrecruce de banquetas).

Apariencia	La construcción de muros pantalla se observa complicada, da la impresión de solo poder encofrar un lado a la vez.
Causa	Conforme avanza la excavación se llega a las esquinas y en las cuales una misma banqueta ocupa ambos lados.
Efecto	Inseguridad al momento de hacer el encofrado del muro.
Acción	Realizar las actividades con la mayor prontitud.
Previsión	Hablar con los especialistas para poder determinar la longitud de los paños a excavar pertenecientes a los lados de las esquinas. Además el lado que se encuentra en la periferia del muro colabora como una banqueta.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.11 Sobre-excavación horizontal de ancho de muro.

Apariencia	Talud libre mas ancho que el paño de muro pantalla requerido.
Causa	Bajo control o poco seguimiento de los trabajos de excavación.
Efecto	Mayor riesgo de derrumbes o deslizamientos.
Acción	Tomar responsabilidad sobre el avance establecido, además se debe tratar de que los trabajos de elaboración del muro de concreto se apresuren para asegurar el talud. Contener los taludes con estructuras temporales.
Previsión	Orientación a los operarios de maquinas sobre el desarrollo de sus respectivos trabajos.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.12 Falta de uso de plomada.

Apariencia	Perfil de Talud irregular.
Causa	Se ignora que el talud debe mantenerse lo más vertical posible.
Efecto	Puede causar mayor desperdicio de concreto en el muro pantalla, o también una inclinación que desvíe al muro, tanto horizontal como verticalmente.
Acción	Hacer uso de la plomada al momento de perfilar el talud.
Previsión	Capacitar al personal informándoles sobre los problemas que existe por un mal perfilado.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.13 Falta de uso del Escantillón.

Apariencia	El talud se ve más profundo.
Causa	A falta de un escantillón no se percibe la profundidad requerida para excavar y perfilar el talud vertical.
Efecto	A mayor profundidad en el terreno, se produce mayor desperdicio de concreto.
Acción	Corroborar las medidas mediante el uso de una plomada y wincha, o por medio de un teodolito.
Previsión	Capacitar al personal adecuadamente sobre el uso del escantillón.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.14 Falta de pañeteo en los taludes libres.

Apariencia	Cambio de coloración en el talud, presencia de humedad.
Causa	Al dejar un talud libre, este puede perder humedad, además se debe evitar que se riegue en la parte superior de los suelos aledaños.
Efecto	Se altera la cohesión del suelo, o aumenta la densidad natural y esto puede provocar derrumbes.
Acción	Pañeteo con concreto pobre en taludes libres.
Previsión	Tener en cuenta cemento y trompos para mezcla oportuna de concreto pobre; además de separar el material para el concreto.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.15 Falta de pañeteo en caras laterales de la rampa.

Apariencia	Taludes de bastante altura que tienen desprendimiento de sedimentos.
Causa	La rampa es afectada por el medio ambiente y por el paso de las máquinas.
Efecto	Caída de material, por lo tanto dificulta los trabajos bajo la rampa.
Acción	Pañeteo con lechada de cemento en taludes laterales de la rampa, para su mantenimiento. Además pañetear estos taludes conforme aumenta la profundidad de la excavación.
Previsión	Tener en cuenta cemento y trompos para mezcla de lechada de cemento; además de separar el material.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.16 Problemas por flujo de corriente por los equipos.

Apariencia	Pasa corriente por la máquina perforadora.
Causa	El cable de alimentación está dañado en algunos puntos. La manguera de inyección de concreto puede estar haciendo contacto con el cable de alimentación.
Efecto	Entorpecimiento de trabajos y además se genera un riesgo latente en los trabajadores.
Acción	Revisión del equipo y cambio de elementos defectuosos o dañados, realimentación o cambio a grupo electrógeno.
Previsión	Asegurar que el subcontratista tenga sus elementos de trabajo en perfectas condiciones.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.17 Rotura de tuberías de agua o desagüe.

Apariencia	Si fuera una tubería donde existiera un fuerte flujo de agua potable o desagüe el humedecimiento del terreno es notorio.
Causa	No se detectó la presencia de tuberías. Generalmente solo ocurre en el primer sótano.
Efecto	El humedecimiento baja la cohesión del suelo, lo cual es un riesgo para la seguridad de la construcción. En caso de que existan tuberías antiguas o por las que no hay un fuerte flujo de líquidos, es probable que su presencia no se haga notoria y al momento de inyectar mortero este se desperdicia.
Acción	Al notar humedecimiento del terreno se averigua la causa, en todo caso se procede al corte del servicio.
Previsión	Se piden los planos subterráneos a la empresa suministradora del servicio.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.18 Caída de material

Apariencia	El suelo cae y profundiza la entrada del orificio de perforación.
Causa	Terreno con baja cohesión.
Efecto	El desperdicio de concreto aumenta ya que la profundidad del orificio puede cambiar la cantidad de concreto a vaciar.
Acción	En caso de que el problema sea baja cohesión se aumenta las dimensiones de la banqueta.
Previsión	Se verifica las dimensiones de la banqueta que se requieren para empezar la perforación.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.19 Perforación al vacío

Apariencia	En caso de dar en un espacio vacío sólo se notaría una mayor facilidad al perforar. Si hubiera presencia de agua, el terreno se humedece.
Causa	Se ha perforado una cavidad (espacio vacío).
Efecto	La presencia de agua puede alterar la cohesión del suelo. En la inyección de mortero, se observa desperdicio de este insumo.
Acción	Al notar humedad se debe confirmar la procedencia del agua.
Previsión	Corroborar las longitudes y posición de las estructuras vecinas.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.20 Problemas de afectar a un estacionamiento o sótano vecino.

Apariencia	El anclaje traspasa el muro de un sótano.
Causa	Error o incumplimiento en los planos de las estructuras vecinas, o mal cálculo del subcontratista. Es posible que se requiera también la necesidad de usar este ambiente.
Efecto	El proceso del trabajo cambia ya que la forma del anclaje será diferente.
Acción	Arristrar el anclaje en el lado vecino.
Previsión	Verificar las longitudes y ángulos con la posición de las estructuras vecinas.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.21 La inyección de lechada no obtiene rebote

Apariencia	Al omento de inyectar la lechada de cemento, se empieza a usar mas cemento que el usual.
Causa	Se ha perforado una cavidad (espacio vacío) que no puede ser visible, al no conocer el interior del suelo no se puede predecir si este presenta cuevas que puedan dificultar el llenado. Puede haberse dado en un tanque de agua o piscina vecina, o en algún estacionamiento o sótano vecino.
Efecto	La cantidad de mortero a inyectar se vuelve un elemento preocupante ya que es un costo que aumenta considerablemente por este problema. Además genera atrasos y puede interrumpir otras actividades.
Acción	Cambiar de punto en caso de que sea un tanque.
Previsión	Corroborar las longitudes y posición de las estructuras vecinas.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.22 Inyección en una zona construida vecina

Apariencia	Se llega a inyectar lechada de cemento en un estacionamiento o sótano vecino, porque el anclaje traspasa el muro de un sótano.
Causa	Puede darse el caso de haber necesitado esta dirección y rumbo para el anclaje o también puede ser un error o incumplimiento en los planos de las estructuras vecinas, o mal cálculo geométrico.
Efecto	El proceso del trabajo cambia ya que no se puede vaciar mortero porque cae en el sótano vecino.
Acción	Dejar de inyectar y verificar la salida de la perforación.
Previsión	Verificar las longitudes y ángulos con la posición de las estructuras vecinas.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.23 Ubicación incorrecta del acero

Apariencia	El acero estructural del muro esta fuera de su ubicación.
Causa	Errores en el orden de centímetros durante la ubicación de puntos topográficos.
Efecto	Al tener una mala ubicación del fierro de construcción, este interrumpe el paso normal del encofrado y además incumple el diseño estructural. Lo cual genera retrasos en la ejecución.
Acción	Corregir La posición del acero, en caso de que ya exista problemas por la presencia de concreto, se procede a picado y en casos muy graves, a demoliciones.
Previsión	Controlar los trabajos de topografía y asegurarse de que exista total comprensión de los planos, así como concientizar y capacitar a los operarios.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.24 Problemas en las zapatas del último sótano

Apariencia	Las zapatas ocupan un volumen considerable de concreto. No se diferencia bien si el acero de la base se mueve por la fuerza del vaciado.
Causa	La excavación es más profunda y debe realizarse la base antes de la construcción del muro pantalla del último sótano.
Efecto	El trabajo tiene un mayor riesgo por la altura que alcanza el talud libre, es por eso que se debe realizar con cierta rapidez.
Acción	Prestar una mayor atención a los trabajos de excavación en estas zonas y brindar la debida protección a los trabajadores.
Previsión	Coordinar y concientizar a los trabajadores sobre la importancia de las partidas que están ejecutando.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.25 Problemas con empalmes

Apariencia	El acero de refuerzo es doblado en los lados del muro y en la parte inferior.
Causa	El acero de un muro necesita empalmarse con los muros laterales y dejar también mechas de acero para el muro inferior, para esto se requiere que se excave un ancho mayor o se piense en doblar el acero de empalme para mantener el ancho de las banquetas, este segundo caso es más fácil de realizar.
Efecto	El doblar el acero disminuye la resistencia del acero, afectando al diseño estructural.
Acción	Evitar doblar más de 45°.
Previsión	Evitar considerar trabajos que doblen el acero de refuerzo, en si es una mala práctica, solo hacerlo en caso de que no haya otra opción. Es mejor considerar enterrar el acero inferior.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.26 Compactación de suelo en relleno temporal

Apariencia	El empalme de acero inferior es de longitud apreciable, para evitar doblarlo se debe excavar una profundidad correspondiente a su longitud.
Causa	El doblar el acero disminuye la resistencia del mismo, además el peso del concreto al ser vaciado puede afectar más al acero.
Efecto	Disminuye la resistencia del acero, afectando al diseño estructural comprometiendo el muro inferior.
Acción	Excavar la profundidad necesaria y enterrar el acero de empalme, protegiéndolo con plástico evitando que haya corrosión. Asegurar un buen compactado para que el suelo no se asiente por el peso del concreto.
Previsión	Capacitar al personal sobre el cuidado y la importancia de la compactación del suelo.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.27 Daño en las mechas de acero para losas.

Apariencia	El acero que conecta la losa con el muro esta dañado, doblado o fuera de su ubicación.
Causa	El acero que conecta el muro con la losa puede ser afectado por el vaciado de concreto o por el exceso de vaciado perteneciente a las rebabas.
Efecto	Se debe picar el concreto del muro lo suficiente como para poder corregir los defectos generados, además de picar el concreto que no permita armar bien los empalmes.
Acción	Picar el concreto que afecte al acero.
Previsión	Colocar cajones de protección en los elementos que no debieran estar libres de concreto. Consultar con el subcontratista.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.28 Inmovilidad del encofrado.

Apariencia	Se requiere una gran cantidad de bloques en el encofrado para poder inmovilizarlo, aprovechando tanto la fricción, así como el empuje pasivo.
Causa	El encofrado necesita un punto de apoyo fijo en el suelo, el encofrado requiere arriostrarse para evitar ser deslizado por el empuje del concreto.
Efecto	El armar un encofrado usando bloques de concreto requiere tiempo y un camión Hiab para la movilización de bloques, además que requiere también enterrar los bloques para aprovechar el esfuerzo pasivo. O también se usa el peso de los bloques para aprovechar la fuerza de fricción con el suelo.
Acción	Coordinar los trabajos, y concientizar a los trabajadores sobre el peligro de trabajar con elementos pesados.
Previsión	Coordinar con el subcontratista de encofrados para el cálculo de la cantidad de bloques necesarios y esquematizar el plan de trabajo.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.29 Falta de Espacio para el encofrado

Apariencia	El encofrado requiere suficiente espacio para poder actuar, lo cual puede interrumpir el movimiento interno u otras actividades, tanto para el armado del encofrado y también después del vaciado.
Causa	El área de la excavación puede ser relativamente pequeña, y además ser obstruida por la presencia de una rampa.
Efecto	Los trabajos se vuelven lentos.
Acción	Determinar el tipo de trabajo a realizar para inmovilizar el encofrado, ya sea por Fricción o por empuje pasivo.
Previsión	Coordinar los trabajos, observar si se puede mejorar algunos procesos, tal como llevar encofrados armados.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.30 Aseguramiento de paneles

Apariencia	El concreto abre el panel de encofrado.
Causa	Falta de seguro adecuado en el encofrado, no se tiene en cuenta la presión que un concreto más fluido puede ejercer. Además se deben crear los puntos de apoyo.
Efecto	Al abrirse un encofrado se debe detener el vaciado y probablemente haya que deshacer todo el vaciado si es que hay un derrame considerable.
Acción	Corregir los paneles débiles mientras se pueda, en caso contrario demoler la estructura vaciada.
Previsión	Llevar un control de trabajos y asegurar bien los paneles de encofrado.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.31 Cangrejeras.

Apariencia	Cangrejeras y orificios luego de sacar el encofrado del muro.
Causa	Es posible que se deba a un mal vibrado, o que el concreto sea muy espeso y no pueda fluir bien. De todas maneras es difícil asegurar un buen vibrado en muros.
Efecto	Las cangrejeras, grietas y orificios bajan la capacidad de aporte estructural de los muros pantalla. Posteriormente después de identificarlas se procedería a un resane de estas.
Acción	Resane de fallas existentes. En caso de que el problema persista en un siguiente muro se debe hacer uso de aditivos para vaciar concreto con mayor fluidez o trabajabilidad.
Previsión	Coordinar el suministro de concreto con los requerimientos establecidos. Asegurar el encofrado ya que un concreto mas fluido genera una presión mayor.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.32 Necesidad de acelerar la fragua

Apariencia	El tiempo requerido para que el concreto alcance la resistencia deseada es muy largo.
Causa	Para el tensado de anclajes se requiere por lo general que el concreto alcance una resistencia por lo general mayor o igual a 210 kg/cm ² .
Efecto	El tiempo que se requiere se aplica a todos los muros que requieren tensado, lo cual crea retrasos.
Acción	Los muros pantalla son diseñados para ser utilizados como placas luego del destensado, por lo tanto se puede acortar el tiempo para el tensado de anclaje si se aprovecha su resistencia utilizando un aditivo acelerante.
Previsión	El concreto de los muros puede ser diseñado con mucha mayor resistencia de la que es solicitada estructuralmente.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.33 Presión del concreto.

Apariencia	El encofrado se desliza o se eleva del piso.
Causa	El concreto fluido es mas denso que el concreto normal, por lo tanto genera un mayor esfuerzo en el encofrado, tanto así que el encofrado puede levantarse por acción de la presión.
Efecto	Al moverse el encofrado el muro no saldrá uniforme.
Acción	En caso de que el vaciado esté saliendo mal, se debe detener el trabajo y asegurar mejor el encofrado
Previsión	Asegurar adecuadamente el encofrado.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.34 Problemas de vaciado con bomba desde gran altura

Apariencia	La energía cinética con que llega el concreto es alta.
Causa	La altura desde donde es vaciado el concreto aporta energía potencial que pasa a ser energía cinética al momento de llegar a su destino en el vaciado.
Efecto	Si el concreto da directamente al encofrado y este no está debidamente asegurado, puede generar problemas, o también si es vaciado sin haber reforzado y asegurado adecuadamente el acero de las estructuras, puede generar movimientos o giros inadecuados en placas y columnas.
Acción	Utilizar elementos tales como planchas de madera para amortiguar la caída del concreto.
Previsión	Revisar el refuerzo tanto en encofrado y acero. Coordinar con el proveedor sobre los posibles problemas.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.35 Necesidad de un buen trabajo de vibración

Apariencia	Al apartar el encofrado del muro aparecen orificios y partes en el encofrado en donde el concreto no llegó.
Causa	Un mal vibrado en el concreto evita que este pueda fluir por todo el espacio encofrado que formará el muro.
Efecto	Se debe resanar las partes afectadas.
Acción	Controlar el vibrado al vaciar el concreto.
Previsión	Capacitar a los operarios y orientarlos acerca de la importancia de la vibración para el acomodo del concreto dentro del encofrado.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.36 Escarificado

Apariencia	Las imperfecciones del muro no tienen ningún tipo de uso y no son aceptadas por el subcontratista.
Causa	El exceso de concreto no tiene uso alguno, puede quedar tanto en la parte superior del muro como en la inferior, afectando la secuencia de los trabajos siguientes.
Efecto	Provoca retrasos de obra y trabajos extras.
Acción	Escarificar, o picar el exceso de concreto.
Previsión	Definir el volumen de la cantidad en exceso, verificar el estado del encofrado. Revisar con el subcontratista de muros anclados, la posibilidad de contemplar en el diseño de protección de talud la ausencia de concreto en la zona que comprende el empalme entre losas y muros anclados, de forma total o parcial (por tramos o en damero). Dicha zona siempre es picada para vaciar el concreto de losa y lograr una buena adherencia del concreto, pero la alta resistencia del concreto de dichos muros dificulta el trabajo.

(Fuente: Elaboración propia)

4.1.3. Modulo 3: Eliminación de material

Consiste en evacuar el material que no corresponde al producto final, es propio del terreno, como antes se mencionó, es el conglomerado de Lima, de otro modo se debería pensar que en caso se tenga un material pésimo, obtener material de préstamo para relleno. La eliminación se hace de las siguientes maneras

- **Eliminación por rampa**

Consiste en la eliminación de material mediante el llenado de volquetes que entran y salen del área de trabajo por medio de una rampa constituida de material propio del terreno. Es un procedimiento que brinda rapidez al inicio de las excavaciones, pero que conforme se aumenta la profundidad de la excavación, se va entorpeciendo, debido a que la rampa va adquiriendo un mayor volumen de terreno además de ocupar un mayor espacio longitudinal en su desarrollo.

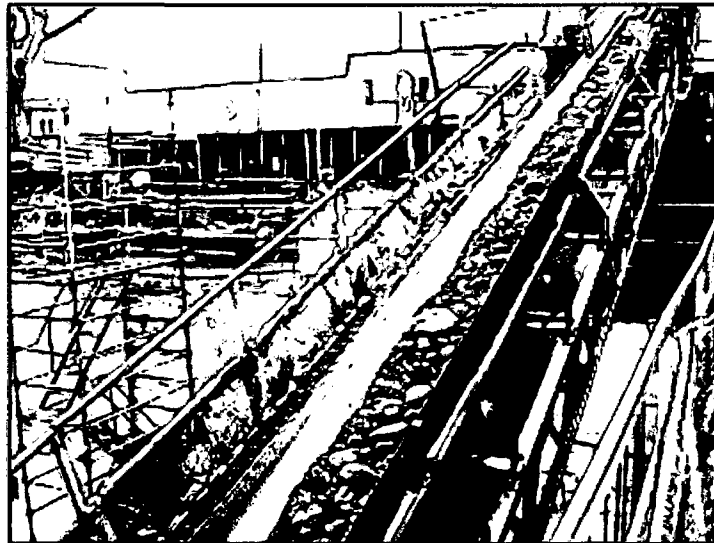


Fotografía 4.29 Rampa y área de maniobras

(Fuente: Hotel Libertadores)

- **Eliminación por faja transportadora**

El uso de la faja transportadora es una solución alternativa a la eliminación por rampa. El sistema consiste en llevar el material desde dentro de la excavación a un punto fuera del terreno donde se llenan volquetes a un ritmo continuo, pudiendo dejar libre la rampa para poder removerla y eliminar niveles inferiores.



Fotografía 4.30 Eliminación con faja transportadora

(Fuente: Edificio Capital)

4.1.3.1. **Análisis de problemas frecuentes**

Cuadro 4.37 Geometría de la faja transportadora

Apariencia	La faja transportadora es un elemento de longitud recta.
Causa	La faja requiere, aparte de captar la profundidad necesaria, una longitud horizontal suficientemente larga para cumplir con sus características y la de ser un elemento con pendiente y que no posee giros.
Efecto	Riesgo de no poder instalar adecuadamente la faja transportadora.
Acción	Desde la planificación del proyecto se debe considerar una pared recta y con suficiente longitud de desarrollo horizontal, para que sirva como apoyo de la faja.
Previsión	Considerar para el uso de fajas transportadoras, la presencia de espacios rectos, largos y profundos.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.38 Problemas con rodamiento de piedras

Apariencia	Las piedras caen en sentido contrario a la dirección de la faja.
Causa	Las piedras con mayor diámetro del permitido, caen, ruedan y acumulan material.
Efecto	Caídas y rebote de piedras.
Acción	Usar las rejillas de la tolva de recepción de material con el espaciado debido.
Previsión	Separar la bolonería del material a expulsar por faja.

(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro 4.39 Colocación de pernos para escuadras de la faja.

Apariencia	(1) Se colocan los pernos para las escuadras de la faja transportadora luego de que se ha tensado el anclaje, siendo un trabajo muy dificultoso debido a que la mecha del anclaje entorpece la labor. (2) Terminada la pared donde se apoya la faja transportadora hasta su último nivel se procede a colocar los pernos de las escuadras, el trabajo es dificultoso y lento, se debe colocar andamios para llegar a cada nivel requerido y se usa arnés de seguridad por el riesgo de caídas.
Causa	Los pernos de las escuadras deben de colocarse en el lugar geométrico adecuado, requiriendo de perforadoras y teodolitos para lograr un buen trabajo.
Efecto	Al hacer este tipo de trabajos se pueden obtener contratiempos que entorpecen el avance de la obra, además al requerir andamios se incrementan los costos.
Acción	Instalar los pernos de las escuadras antes de que se tensen los muros correspondientes.
Previsión	Considerar esta actividad como una partida correspondiente al frente de trabajo de la faja.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2. Innovaciones Aplicadas y Propuestas

a) Secuencia constructiva de Muros Pantalla

De las experiencias que se obtuvieron, se pudo coordinar junto con los subcontratistas secuencias de trabajo del proceso constructivo de muros pantalla.

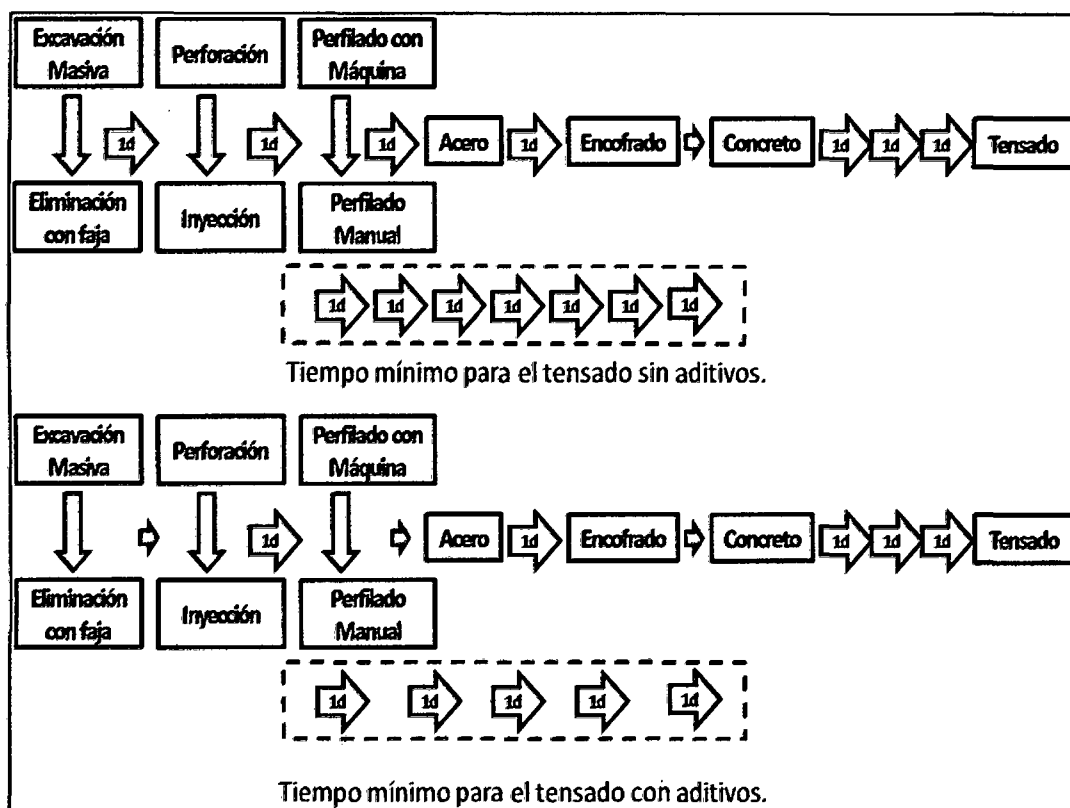


Figura 4.02 Secuencia constructiva de Muros Pantalla

Se presentan dos esquemas para diferentes ritmos de trabajo, el más rápido (y también más caro) es sugerido para áreas pequeñas en donde es vital liberar prontamente a los muros pantalla, ya que se desciende rápidamente. La secuencia que toma más días es muy útil en áreas grandes, en donde el descenso es más lento.

b) Encofrado Desplegable

Debido a que el trabajo de encofrar los muros pantalla es un proceso repetitivo en muchos casos ya que la mayoría de los muros conservan dimensiones similares, se procedió a trabajar en encofrado que no requiera ser desarmado para trasladarse, y que pueda ser desplazado ya sea con la ayuda de un camión hiab, una grúa o una torre grúa; el resultado fue muy satisfactorio.



Fotografía 4.31 Encofrado Desplegable

(Fuente: Edificio Torre Abaco)

c) Encofrado con pernos y Escuadras Studs

El sistema de encofrado en muros pantalla era muy engorroso, al no tener un punto de apoyo, el encofrado podía deslizarse con la presión del concreto. Y sí era atascado aprovechando el peso de unos bloques de concreto y la fuerza de rozamiento, el encofrado corría el riesgo de volcarse por la presión del concreto si es que este no se encontraba en el debido estado de equilibrio isostático.

Posteriormente se llega a modificar el encofrado, aprovechando el esfuerzo pasivo del suelo, enterrando el bloque para evitar el deslizamiento y agregando la cantidad de bloques necesarios para evitar el volteo, esto disminuye la cantidad de bloques y facilita el trabajo. Sin embargo un análisis más reciente permitió aprovechar la rigidez de los muros pantalla ya construidos en niveles superiores en combinación con el esfuerzo pasivo del terreno, agregando pernos de resistencia cortante en la parte superior e inferior del encofrado disminuye

nuevamente la cantidad de bloques de concreto y el trabajo se hace más sencillo todavía.



Fotografía 4.32 Encofrado Dependiente de la Fuerza de Rozamiento

(Fuente: Edificio Santo Toribio)



Fotografía 4.33 Encofrado Mejorado

(Fuente: Edificio Torre Abaco)

d) Montaje Acelerado de la Faja Transportadora

A veces por temas de presión y tiempo se debe de apresurar el trabajo de armado e izaje de la faja transportadora, realizar un proceso acelerado eleva costos y riesgo así que debe ser justificado. Este planteamiento es teórico y no ha podido ser llevado a la práctica todavía.

Se recomienda usar un fin de semana para el montaje (de modo de no interferir con las demás actividades), de experiencias anteriores se sabe que se puede realizar el montaje en 3 días aproximadamente.

Cuadro 4.40 Montaje acelerado de faja transportadora

1er día	2do día	3er día
- Paralización de eliminación. - Trazo de prolongación de faja. - Colocación de anclajes. - Corte de faja. - Desmontaje de cola de faja.	- Montaje de estructura de faja. - Soldado de orejas de amarre. - Colocación de pasarela y baranda. - Tendido de faja, alineamiento y tensado. - Aumento de contrapeso y tensado de faja.	- Colocación de alimentador - Conexión eléctrica - Pruebas

(Fuente: Elaboración propia)

e) Anclajes pasantes

Los anclajes pasantes son aquellos que por diferentes restricciones de espacio no pueden desarrollar toda su longitud. Por ejemplo en la construcción del edificio Real Diez, se tenía al edificio Real Uno a 10 metros del muro pantalla. Se tuvo que sujetar algunos anclajes a unas columnas metálicas, por medio de una plancha de fijación.

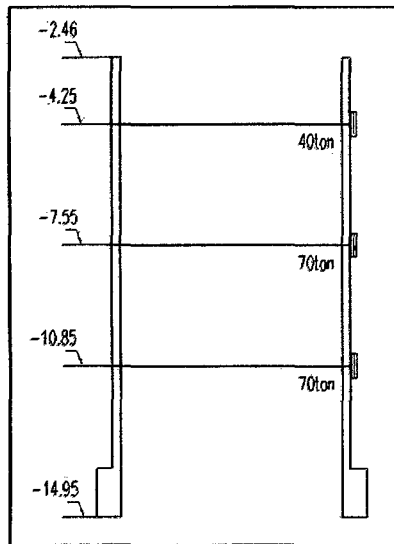


Figura 4.03 Esquema de Colocación de Anclajes Pasantes



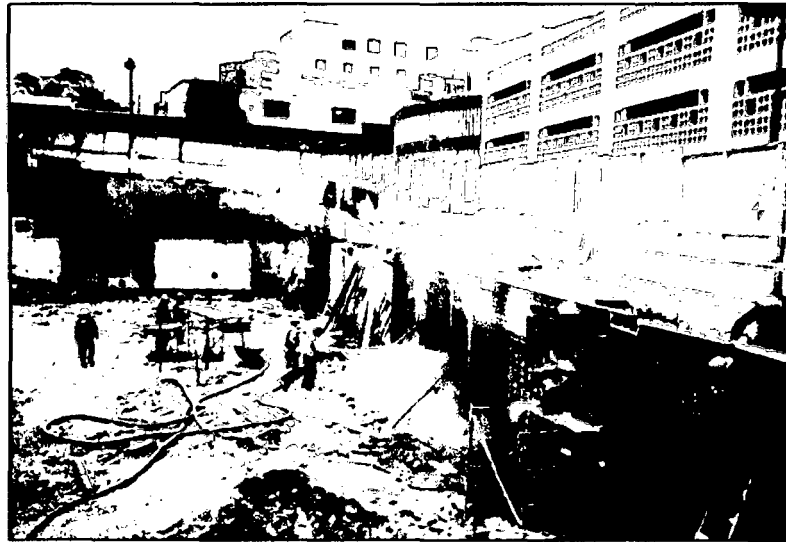
Fotografía 4.34 Columnas de Acero con Planchas de Fijación.

(Fuente: Edificio Real 10)

f) Uso De Shotcrete

El shotcrete es un mortero lanzado sobre una superficie a alta velocidad y es consolidado por la fuerza de impacto, puede ser utilizado como reemplazo del concreto convencional

La decisión de aplicar el vaciado tradicional o el shotcreteado, dependerá del área del terreno, del tiempo y de la capacidad económica de la obra. Ya que el metro cúbico de shotcrete es mucho más caro que el de concreto normal, pero su aplicación requiere menos personal y evita el encofrado con todos los problemas que conlleva.



Fotografía 4.35 Aplicación de Shotcrete.

(Fuente: Edificio Real 1)

El rebote tiene un desperdicio máximo del 30% de volumen de concreto shotcreteado. Se controla el espesor del muro mediante la puesta de puntos de bloques de concreto, se afina con el paso de una regla de madera, además con un ligero pulido y adición de mortero simple se logra una apariencia de acabado.



Fotografía 4.36 Perfilado y alisamiento de superficie

(Fuente: Edificio Real 1)

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONOCIMIENTOS

Gran parte de la eficacia de una Plataforma de Gestión del Conocimiento radica en su diseño. Es posible acumular el conocimiento en una base de datos, como una herramienta de ayuda para almacenar información, sin embargo no es suficiente con que la información quede registrada para que una organización progrese, es necesario generar y compartir los conocimientos entre todos los miembros.

5.1. Generación de conocimiento organizacional

La generación debiera seguir el siguiente esquema:

El conocimiento tácito se produce a través de la experiencia en el trabajo, interpretándose desde una perspectiva individual, pero al mismo tiempo crea un campo para el trabajo en equipo, conformando una base para el conocimiento de grupo.

A partir de la decisión de que la organización brinda el ambiente necesario, el proceso de generación del conocimiento organizacional requiere compartir el conocimiento individual sobre la base de la confianza entre los miembros de la organización.

La perspectiva común, así lograda y mantenida en diálogo continuo es conceptualizada. Los conceptos finales se esclarecen y plasman en formatos de la organización.

Para que los conceptos se conviertan en estándares deben estar justificados o validados en términos técnicos y económicos y del interés de la organización.

Los conceptos generados ingresan ahora a la red de conocimientos de la organización, reiniciando un nuevo proceso circular.

En el proceso de ampliar el conocimiento en una organización, se distinguen las siguientes condiciones deseables del conocimiento tácito:

- Provenir de una variedad de individuos.

- Estar basado en la experiencia.
- Interactuar con los miembros de la organización.

Las condiciones deseables del conocimiento explícito:

- Basado en la racionalidad.
- Servir de contraste frente al conocimiento tácito: reflexión en la acción.

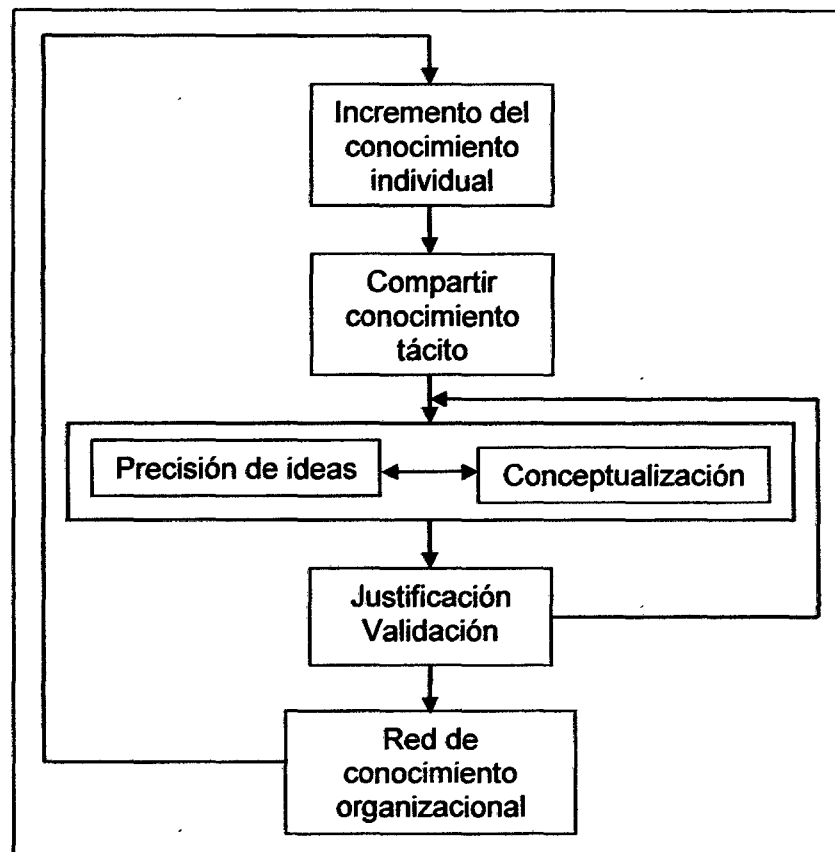


Figura 5.01 Proceso de generación de conocimiento

(Fuente: Ikujiro Nonaka, A Dynamic Theory of Organizational Knowledge. Organization Scienc. Vol 5, N° 1, February 1994. The Institute of Management Sciences. Maryland, USA.)

Su desarrollo debiera evitar los siguientes errores básicos:

- No definir cuál es el conocimiento útil para la organización y si es viable su utilización.

- Olvidar que el fin es compartir información. Se cae en la tentación de diseñar una plataforma de gran complejidad, como consecuencia es posible que no sea amigable para los usuarios.
- Dar más importancia al Conocimiento acumulado que al que se produce a diario.
- Prestar poca atención al Conocimiento Tácito. Mucha información útil no está escrita y es paralela a los canales de comunicación, metodologías y procedimientos de diferentes actividades.
- Todos los miembros deben ser conscientes de que cada experiencia o conocimiento sólo será aplicable en unas determinadas situaciones.
- Minimizar la importancia de razonar. Disponer de una base de datos de experiencias anteriores no debe significar una aplicación automática de las mismas, el exceso de confianza puede resultar contraproducente aún para el experto, es crucial pensar y razonar para adaptar las experiencias acumuladas a cada caso concreto. Este proceso es además necesario para retroalimentar el sistema, corregir errores y aportar soluciones innovadoras.
- No contar con la participación activa de los miembros de la organización.
- Sustituir el contacto tecnológico por el humano. La comunicación entre los compañeros debe de ser fluida.
- Tratar de desarrollar medidas directas del Conocimiento. Los beneficios de un sistema de Gestión del Conocimiento no son inmediatos y su aportación a la empresa no es fácil de medir en todos los casos.

5.2. Descripción general de la herramienta

5.2.1. Metodología de la herramienta

La Gestión del Conocimiento pretende identificar, captar, sistematizar y aplicar la información y experiencia de la organización para transformarlas en beneficios tangibles.

La forma de lograr que las personas intervengan en la creación de conocimiento es llamar su atención hacia temas atractivos. Por ejemplo Google usa un mecanismo basado en dos partes del tiempo de trabajo de los ingenieros:

80% dedicado a su trabajo por lo cual se paga oficialmente y 20% dedicado a los proyectos personales.

En ese tiempo el ingeniero tiene libertad para escoger los temas, pero se adivina que casi siempre están relacionados con la actividad principal de la organización.

Atrae a los apasionados con temas de trabajo y que desean aprovechar esta posibilidad para continuar con sus proyectos.

Esta regla también tiene impacto sobre la productividad, puesto que estimula a los ingenieros a trabajar mas rápidamente y así poder liberar ese 20% de tiempo para su creación personal.

Además estimula los contactos con la universidad, puesto que una parte de ese tiempo se emplea en trabajos que se publican en revistas académicas.

Este mecanismo no funcionaría por mucho tiempo si no estuviera unido a otra característica del modelo administrativo de Google: un sistema de revisión entre pares. El ingeniero que ha desarrollado una idea en su tiempo de trabajo puede proponérselas a sus colegas. Cómo al someterse a la opinión de los demás el implicado está poniendo en juego su reputación, se siente motivado a darle

prioridad a las ideas que pueden ser de interés y al mismo tiempo, a trabajar seriamente con miras a su realización.

El control favorece el desarrollo de la normalización y de los métodos de calidad. Las revisiones entre pares son un motor para el desarrollo de la documentación técnica. Obliga a simplificar, la gente no aceptará examinar un proyecto demasiado largo, que tome mucho tiempo y que pudiera requerir una inversión demasiado fuerte.

Una vez plasmado el conocimiento en una base de datos, se comparte a través de la red, de tal forma que todos pueden acceder a la información y comentar su apreciación; mas no todos pueden modificar la información ya que ello proviene de un mando de nivel intermedio.

Junto con los “expertos”, se desarrollan cursos y talleres para los miembros menos experimentados, así como foros de discusión para miembros con mayor experiencia. Finalmente al tener la información compilada, revisada, con la calidad adecuada y compartida, el conocimiento se convierte en un bien común entre las personas.

5.2.2. Modelo de gestión para la generación del conocimiento organizacional

Se resume una propuesta de Ikujiro Nonaka en el siguiente cuadro donde se describe los elementos de una organización para administrar el conocimiento respecto a tres niveles de comunicación.

- De arriba hacia abajo, cuya responsabilidad es de la alta gerencia.
- Del centro hacia arriba y hacia abajo, que está bajo la tutela de la oficina (de mando intermedio) designada a gestionar el conocimiento organizacional.

- De abajo hacia arriba, que son todos los miembros que abiertamente participan aportando ideas, experiencias, mejoras y observaciones.

Cuadro 5.01 Modelos de gestión para la generación del conocimiento

	NIVELES DE COMUNICACIÓN		
ELEMENTOS	De arriba hacia abajo	Del centro hacia arriba y hacia abajo	De abajo hacia arriba
Dotación de recursos	Jerárquicos	De diferentes fuentes	Propios
Sinergia impulsora	Sinergia del dinero	Sinergia del conocimiento	Sinergia de la gente
Organización	Manuales oficiales	Orientado por los integrantes	Líderes propios
Proceso de gestión	Énfasis en procesos de información	Líderes como catalizadores	Líderes como motivadores
Conocimiento acumulado	Explícito (documentado, computarizado)	Explícito y tácito, compartido	Tácito, en los individuos
Debilidades	Fuerte dependencia de la alta gerencia	Agotamiento, falta de control de la organización	Dificultades en la coordinación del tiempo de los individuos.

(Fuente: Ikujiro Nonaka, A Dynamic Theory of Organizational Knowledge. Organization Scienc. Vol 5, N° 1, February 1994. The Institute of Management Sciences. Maryland, USA.)

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

De las observaciones en Obras:

- Aparentemente los trabajos de excavaciones involucrarían pocas actividades, pero para el ingeniero experimentado esta noción es falsa. Un buen modo para describir este proceso es utilizar un modelo de flujo de procesos; ya que en excavaciones existen muchas actividades involucradas, que no son necesariamente productivas pero sí contributorias y por lo tanto no pueden ser obviadas en la planificación, ni en el control de trabajos. El obviar la presencia de estas actividades repercute finalmente en la programación de obra, costos y en la seguridad de los trabajos; es por ello que, una buena práctica es tener el procedimiento constructivo por escrito, como en este caso se hizo con los muros pantalla.
- No se puede predecir con certeza que hay debajo del suelo, los elementos que lo conforman pueden causar muchos problemas en la ejecución de trabajos. Es por eso que, en la ejecución, no sólo se debe contar con un procedimiento; sino también debe haber constante inspección y evitar el exceso de confianza, por mas que existan soluciones escritas no se debe evitar razonar ante diferentes eventos, adelantándose a la presentación de los posibles problemas.
- El inicio de los trabajos es la parte más difícil en el proceso de excavación, no sólo porque la curva de aprendizaje recién está iniciando, sino que también el primer nivel de una excavación de sótanos posee líneas eléctricas y diferentes servicios que involucra el sistema urbano, los cuales no pueden ser dañados. Además, en el inicio de trabajos, recién se conocerá cómo es que reacciona el entorno que involucra el área de excavación, ya que existen quejas de vecinos, problemas municipales, problemas de tránsito a causa del movimiento externo de la construcción, etc.

- Las mejores soluciones son siempre las mas sencillas o simples, pero provienen de un análisis exhaustivo de todas las actividades que involucran los trabajos del proceso de excavación, tanto en movimiento de tierras, en construcción de muros y en eliminación de material. Es conveniente también, realizar análisis de los trabajos en conjunto, en este trabajo se inició con un análisis de todo el entorno que comprendían las excavaciones en estudio y es así como se llegó al detalle.
- Los procesos siempre deben ser evaluados, en especial si se siente inseguridad en los trabajos o cuando se observa un avance lento o baja productividad, a pesar de contar con amplia experiencia se debe de observar los problemas y analizarlos, el exceso de confianza puede ser perjudicial.

Del estudio bibliográfico:

- Una forma práctica para archivar información, con intención de transmitir experiencias, es redactarla en forma de casos, ya que se aprende mejor si la información contiene datos secuenciales, es decir, que tiene sentido lógico. Una historia o un cuento se entiende porque contiene una secuencia de datos lógica. En este trabajo se toman los casos de experiencias reales y se registran en un formato de cuadros con secuencia lógica.
- Compartir la información dentro de una organización debería ser una obligación, si es que se desea perdurar y sobresalir en el tiempo, los miembros deben participar en el proceso de compartir información. Al poner mayor atención a este proceso, más se memorizará; cuanto más se participe existirá un mayor impacto en la organización, fomentará la discusión y los conceptos se entenderán mejor; por tanto se capturará mejor la información dentro de la organización; para reunir la información de este trabajo, se recurrió a entrevistas con ingenieros, se realizó una reunión para discutir conceptos y finalmente se llegó a elaborar un

compendio acerca de costos, procesos, seguridad y calidad en excavaciones profundas.

- Lo vivido no se olvida, cuanto más intenso sea un recuerdo, más tiempo se mantiene. Sería ideal experimentar todo aquello que queremos recordar dentro de nuestro conocimiento. Un buen programa de formación de ingenieros contempla trabajos en áreas de interés; pero también se puede aprender por experiencia ajena, mediante una adecuada capacitación, para luego ser complementada con el trabajo en obra, repasando los conceptos para intensificar el recuerdo.

6.2. Recomendaciones

- En una base de datos de conocimientos existen datos secuenciales y datos aislados. Los aislados son aquellos que involucran conceptos puntuales tales como las leyes de Física, conocimientos de Geotecnia, conocimientos de Estructuras, etc. Una organización debería priorizar la retención de estos conceptos dentro de sus miembros, así como ellos deberían tener también la preocupación de conservar sus conocimientos, por lo que se debe fomentar maestrías, publicaciones científicas por parte de los miembros, talleres, etc.
- Se debe incentivar la difusión del conocimiento, al realizar publicaciones y discusiones sobre las experiencias de obra vividas, ambos hemisferios cerebrales trabajan de forma cooperativa, tanto la imaginación y la creatividad como el rigor científico aparecen plasmados en estos trabajos
- El diseño de procesos consiste en planificarlos de manera que evolucionen de manera eficiente y controlada, por lo que es recomendable difundir procedimientos y manuales (conocimiento explícito) ya que estos preestablecen un orden en el actuar de las personas. Muchas veces los procesos (manufactura y servicios), evolucionan en el tiempo de manera natural y desordenada, pero al existir un conocimiento preestablecido se dejará paso a acomodar lo que ya es conocido a las nuevas circunstancias y permitirá el desarrollo de innovaciones ante nuevos eventos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Antonio Sergio Itri, LEAN CONSTRUCTION: FROM THEORY TO PRACTICE, IGLC-10, Aug. 2002, Gramado, Brazil
2. Drucker Peter, Gerencia para el futuro, Editorial Norma S.A., EEUU, 1992.
3. Edvinson Leif, Michael S. Malone, El Capital intelectual, Editorial Norma S.A. EEUU, 1997.
4. Girard Bernard, El modelo Google, Editorial Norma S.A., Francia, 2006.
5. Greg Howell; Glenn Ballard , What is Lean Construction, IGLC-7 1 July 1999, University of California, Berkeley, CA, USA
6. Ikujiro Nonaka, A Dynamic Theory of Organizational Knowledge. Organization Scienci. Vol 5, N° 1, February 1994. The Institute of Management Sciencies. Maryland, USA.
7. Mohammad Shamim Khan, METHODS OF MOTIVATING FOR INCREASED PRODUCTIVITY, Journal of Management in Engineering, Vol. 9, No. 2, April, 1993. ASCE
8. Serpell Bley Alfredo, Administración de Operaciones de Construcción, Ediciones Universidad Católica De Chile, 1993.
9. Serkan Kivrak¹; Gokhan Arslan²; Irem Dikmen³; and M. Talat Birgonul⁴, Capturing Knowledge in Construction Projects: Knowledge Platform for Contractors, JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING © ASCE / APRIL 2008 / 87
10. Virgilio Ghio Castillo, Productividad en obras de construcción-diagnostico, critica y propuesta, Fondo editorial de la PUCP, Lima, 2001.